



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO NA MICROBACIA DO ARROIO BARRAÇÃO, MUNICÍPIO  
DE GUAPORÉ-RS**

Fernando Frigo Migliorini

Lajeado, novembro de 2019.

Fernando Frigo Migliorini

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO NA MICROBACIA DO ARROIO BARRAÇÃO, MUNICÍPIO  
DE GUAPORÉ-RS**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte dos requisitos para a obtenção do título de graduação do curso.

Orientador: Prof. Me. Marcelo Luis Kronbauer

Lajeado, novembro de 2019.

Fernando Frigo Migliorini

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO NA MICROBACIA DO ARROIO BARRAÇÃO, MUNICÍPIO  
DE GUAPORÉ-RS**

A Banca examinadora abaixo\_\_\_\_\_o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil:

Prof. Me. Marcelo Luis Krombauer - Orientador  
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dr. Gustavo Reisdörfer  
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Adilson Becker Junior  
Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

Lajeado, novembro de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradeço a Deus por ter uma família de boa índole, unida e cheia de afeto, aos bons amigos que me acompanharam nesta jornada, e pelas boas oportunidades que Ele me proporcionou.

Agradeço a minha mãe Maria Frigo, que hoje não está mais aqui entre nós, mas que foi uma pessoa guerreira e batalhadora, sempre me incentivou a ir em busca dos meus ideais, mas nunca esquecendo da honestidade e humildade. Ela, que dedicou sua vida a mim, sempre me incentivou aos estudos, e continua me mandando forças positivas, ao lado de Deus.

Agradeço a minha noiva Makelin Strapazzon por toda a paciência e dedicação que demonstrou durante todo este tempo de graduação, me incentivando, me auxiliando em diversos trabalhos acadêmicos e, principalmente, cuidando de mim. Agradeço também meus sogros, Aurélio Strapazzon e Leonilse Strapazzon, por todo o incentivo, dedicação e carinho que me deram.

Por fim, e não menos importante, agradeço aos professores que deixaram sua marca em meu caminho, em especial, ao meu orientador, Marcelo Luis Kronbauer, pela dedicação e apoio, sem os quais este trabalho não seria possível.

## RESUMO

O Brasil vivencia atualmente um déficit de infraestruturas e atividades no que se refere ao saneamento básico, e quando aliado à falta de investimento nessa área, há uma interferência na qualidade de vida da população, bem como na preservação do meio ambiente. O fato de haver a ausência de coleta, transporte e tratamento de esgotos acaba por disseminar diversas doenças, e também compromete a qualidade dos recursos hídricos. Deste modo, este trabalho exibiu o estudo de concepção para a implantação da rede coletora de esgoto, no município de Guaporé, localizado no Rio Grande do Sul. Compreendendo que esta área não possui sistema coletivo de esgotamento sanitário, em que os esgotos são dispostos à tratamento individual, rudimentares, e até mesmo lançados em corpos receptores sem nenhum tipo de tratamento. Deste modo o presente trabalho analisa a melhor alternativa de traçado para as redes e dimensionar todo o sistema de coleta e transporte dos efluentes sanitários gerados na área central do município, efetuando uma estimativa dos custos de implementação da rede. Para atender as vazões de esgoto da área central do município foram traçados 17.072 metros de rede, divididos em três trechos principais, os quais recebem contribuição de trechos secundários, em que sua vazão final chegou a 21,38 L/s.

**Palavras-chave:** Saneamento, Esgotamento sanitário, dimensionamento, redes coletoras, Custos.

## **ABSTRACT**

Brazil is currently experiencing a deficit of infrastructure and activities with regard to basic sanitation, and when coupled with the lack of investment in this area, there is interference in the quality of life of the population, as well as the preservation of the environment. The lack of sewage collection, transportation and treatment eventually disseminates various diseases, and also compromises the quality of water resources. Thus, this work showed the conception study for the implantation of the sewage collection system, in the municipality of Guaporé, located in Rio Grande do Sul. individual treatment, rudimentary, and even thrown into recipient bodies without any treatment. Thus, the present work analyzes the best alternative for tracing networks and dimensioning the entire system of collection and transportation of sanitary effluents generated in the central area of the municipality, making an estimate of the costs of implementing the network. To meet the sewage flows of the central area of the city were drawn 17,072 meters of network, divided into three main sections, which receive input from secondary sections, where its final flow reached 21.38 L / s.

**Keywords:** Sanitation, Sanitary sewage, sizing, collection networks, Costs.

*Precisamos dar um sentido humano às  
nossas construções. E, quando o amor ao  
dinheiro, ao sucesso nos estiver deixando  
cegos, saibamos fazer pausas para olhar os  
lírios do campo e as aves do céu.*

*Érico Veríssimo*





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Partes constituintes de um sistema de esgotos sanitários .....	28
Figura 2 – Rede coletora do tipo perpendicular .....	38
Figura 3 – Rede coletora do tipo leque.....	39
Figura 4 – Rede coletora do tipo radial ou distrital .....	40
Figura 5 – Mapa da localização do município de Guaporé do Rio Grande do Sul ....	52
Figura 6 – Limites territoriais do município de Guaporé/RS.....	53
Figura 7 – Mapa de localização das microbacias da área urbana do município de Guaporé/RS.....	54
Figura 8 – Microbacias da área urbana do município de Guaporé/RS.....	56
Figura 9 – Projeção da rede coletora de esgoto dimensionada.....	75
Figura 10 – Detalhamento de alguns pontos dos trechos 1, 4, 5, 26 e 19 da rede de esgoto .....	79
Figura 11 – Detalhamento de alguns pontos dos trechos 2, 68, 77 e 82 da rede de esgoto .....	80
Figura 12 – Detalhamento de alguns pontos dos trechos 3, 19, 26 e 55 da rede de esgoto .....	82
Figura 13 – Detalhamento de alguns pontos dos trechos 2, 3, 32 e 75 da rede de esgoto .....	85
Figura 14 – Localização da estação de tratamento .....	92

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual dos moradores urbanos com acesso a esgoto sanitário apropriado e água encanada .....	34
--	----

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Tipos de sistemas urbanos de esgotamento.....	26
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abastecimento de água e coleta de esgotos no Brasil (%) .....	31
Tabela 2 – Dados do tratamento de esgoto no município de Guaporé/RS .....	36
Tabela 3 – Consumo per capita de água.....	46
Tabela 4 – Raio hidráulico.....	69
Tabela 5 – Dados censitários por bairros para Guaporé/RS.....	74
Tabela 6 – Levantamento dos principais dados dos trechos 1 .....	78
Tabela 7 – Levantamento dos principais dados dos trechos 2 .....	81
Tabela 8 – Levantamento dos principais dados dos trechos 3 .....	83
Tabela 9 – Levantamento dos principais dados dos trechos 9 .....	83
Tabela 10 – Levantamento dos principais dados dos trechos 19 .....	84
Tabela 11 – Levantamento dos principais dados dos trechos 32 .....	84
Tabela 12 – Levantamento dos principais dados dos trechos 45 .....	85
Tabela 13 – Levantamento dos principais dados dos trechos 26 e 49.....	86
Tabela 14 – Levantamento dos principais dados dos trechos 55 .....	86
Tabela 15 – Levantamento dos principais dados dos trechos 62 .....	87
Tabela 16 – Levantamento dos principais dados dos trechos 82 .....	87
Tabela 17 – Coletores com excesso de profundidade.....	89
Tabela 18 – Trechos com tensão trativa ajustada para atender 1,0 Pa .....	90

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
BNH – Banco Nacional de Habitação  
CESB – Companhias Estaduais de Saneamento Básico  
CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento  
ETE – Estação de Tratamento do Esgoto  
FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas  
IDESE – Índice de Desenvolvimento Socioeconômico  
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora  
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento  
PLANASA – Plano Nacional de Saneamento  
PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico  
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
PV – Poço de Visita  
SIAB – Sistema de Informação de Atenção Básica  
SFS – Sistema Financeiro de Saneamento  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
TIL – Tubo de Inspeção e Limpeza

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1 Objetivos gerais.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Delimitações .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Estrutura.....</b>	<b>20</b>
 <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	 <b>21</b>
<b>2.1 Definição de saneamento.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Definição de esgoto sanitário .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Tipos de coleta e tratamento de esgotos sanitários .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1 Sistemas individuais .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2 Sistemas coletivos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Formulação de sistemas de esgoto sanitário.....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Partes que constituem o sistema de esgotamento .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6 Histórico do esgoto sanitário no Brasil .....</b>	<b>28</b>
<b>2.7 A situação do esgoto sanitário no Brasil.....</b>	<b>30</b>
<b>2.8 Situação do esgoto sanitário no Rio Grande do Sul.....</b>	<b>32</b>
<b>2.9 Situação do esgoto sanitário em Guaporé.....</b>	<b>34</b>
<b>2.10 Critérios de projeto .....</b>	<b>36</b>
<b>2.10.1 Topografia .....</b>	<b>37</b>
<b>2.10.2 Modelos de traçado de rede coletora.....</b>	<b>38</b>

2.10.3 Profundidade da rede de esgotamento.....	40
2.11 Materiais das tubulações de esgoto .....	41
2.11.1 Tubos de PVC.....	42
2.11.2 Tubos de ferro fundido .....	43
2.12 Fundamentos do processo de cálculo .....	43
2.12.1 Estudo populacional .....	44
2.12.2 Consumo de água per capita (q).....	45
2.12.3 Coeficientes de variação de vazão (K).....	46
2.12.4 Taxa de infiltração.....	47
2.12.5 Declividade mínima.....	48
2.12.6 Lâmina d'água .....	48
2.12.7 Tensão trativa.....	49
2.12.8 Velocidade crítica e velocidade máxima .....	49
2.12.9 Controle de remanso .....	50
2.12.10 Determinação das vazões de esgoto .....	50
 3 METODOLOGIA.....	 51
3.1 Características da área de estudo .....	51
3.2 Limites territoriais .....	52
3.3 Bacias e sub bacias de contribuição .....	53
3.4 Delimitação da área de estudo.....	55
3.5 Cálculo da população através do método aritmético.....	57
3.6 Cálculo da população por meio do método geométrico .....	58
3.7 Estimativa de consumo de água per capita (q) .....	59
3.8 Coeficiente de retorno (c).....	60
3.9 Determinação dos coeficientes de variação de vazão (k).....	60
3.10 Vazões de dimensionamento.....	60
3.11 Taxa de infiltração .....	63
3.12 Taxa de contribuição linear.....	63
3.13 Determinação das vazões mínimas por trechos de rede.....	64
3.14 Diâmetro mínimo .....	65
3.15 Declividade mínima .....	65
3.16 Declividade econômica .....	66
3.17 Declividade máxima .....	66

3.18 Lâmina d'água .....	67
3.19 Verificação de tubulações.....	68
3.20 Determinação do raio hidráulico em função Y/D.....	68
3.21 Raio hidráulico.....	69
3.22 Tensão trativa .....	70
3.23 Velocidade crítica e velocidade máxima .....	70
3.24 Controle de remanso.....	71
3.25 Estação de tratamento de esgoto.....	72
3.26 Estimativa de custos da rede coletora de esgoto .....	72
 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	 73
4.1 Estatísticas censitárias .....	73
4.2 Traçado da rede coletora de esgoto.....	75
4.3 Análise dos trechos.....	77
4.4 Análise geral da declividade do terreno.....	89
4.5 Análise geral das profundidades.....	89
4.6 Comparação entre velocidade final e crítica para atender a tensão trativa .....	 90
4.7 Critérios da tensão trativa.....	92
4.8 Determinação da ETE .....	92
4.9 Custos da rede coletora .....	93
 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 94
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	 96
 ANEXOS.....	 103



# 1 INTRODUÇÃO

Barroso (2002) diz que o saneamento básico é um dos fundamentais fatores perante a incansável busca por uma justiça socioambiental, caracterizando o mínimo existencial para uma boa qualidade de vida, onde o sistema brasileiro enfrenta diversos fatores físicos, jurídicos, financeiros e administrativos para sua implementação e desenvolvimento.

A constituição brasileira assegura o direito ao saneamento básico, através da Lei Federal 11.445 estabelecida em janeiro de 2007, que institui as atividades abrangidas pelo saneamento básico. Sendo este definido como um conjunto de serviços com infraestrutura de tratamento e posterior distribuição de água, coleta e tratamento de esgotos, controle de águas pluviais, e também a coleta e destinação de resíduos sólidos. A lei ainda determina a obrigatoriedade da elaboração de um plano de saneamento básico pelos municípios, onde visa a qualidade de vida dos habitantes.

Através da Lei 11.445/2007, foi determinado um instrumento que viabiliza o planejamento e a prestação de serviços, para assegurar a saúde pública. Mas devido a necessidade de grandes investimentos nesta área, se torna precária a garantia de condições ao acesso e de qualidade dos serviços, gerando com isso, um enorme déficit no processo de inserção ao saneamento. Onde no âmbito da esfera pública, deve assegurar os serviços citados acima, de maneira que a sociedade possa usufruir de forma digna esses elementos que são cruciais a sobrevivência humana (SANTANA, 2014).

Conforme dados das Nações Unidas, em 2009 cerca de 2,5 bilhões de pessoas não possuíam acesso a saneamento apropriado, sendo esta situação responsável por aproximadamente 1,8 milhões de óbitos por ano no mundo. Belli et al. (2002) relatam por meio de dados da ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – que 80% das doenças que comprometem os brasileiros e 65% das internações são decorrentes da condição precária do saneamento básico.

Segundo Leoneti et al (2011), o Brasil, no decorrer de sua história, está marcado por desigualdades sociais, bem como por um elevado déficit em questão do acesso de saneamento básico. O abastecimento de água na zona urbana compreende 93,3% dos domicílios, mas somente 65% da população têm acesso a coleta de esgoto apropriada, tendo coleta de esgoto, seguida de tratamento ou uso de fossa séptica.

Tiscoski (2009) relata que os serviços de saneamento estão conectados com a melhora da qualidade de vida, juntamente com a proteção ao meio ambiente. Porém o acesso universal aos benefícios do saneamento é ainda uma meta a ser obtida por toda a sociedade, que demanda um envolvimento mutuo dos segmentos sociais em conjunto com o poder público.

Analisando o caso, fica evidente a importância de novos estudos de saneamento básico, especialmente em questão de esgotamento sanitário, que necessitam de investimentos sustentáveis e que promovam a melhora da qualidade de vida dos habitantes e à preservação do meio ambiente.

Portanto, este trabalho tem como intuito propor uma visão viável, técnica e econômica de um sistema de esgotamento sanitário da cidade de Guaporé, no interior do Rio Grande Do Sul, em que esta cidade conta apenas com sistema de esgotamento sanitário do tipo individual, ou seja, realizado em cada lote habitacional. Em virtude de o município não contar com um sistema coletivo para tratamento de efluentes, torna-se viável esta pesquisa em vista que a cidade cresceu demasiadamente nas últimas décadas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivos gerais**

O objetivo geral é organizar um estudo de viabilidade para execução de um sistema de esgotamento sanitário para a área urbana do Município de Guaporé – Rio Grande do Sul, com foco na microbacia do Arroio Barracão.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

- Diagnosticar a atual situação do município no quesito de esgotamento sanitário na sua área urbana, através de uma avaliação do plano diretor municipal;
- Avaliar a topografia da cidade e definir as bacias de esgotamento;
- Realizar o dimensionamento da rede coletora de esgotamento sanitário da região da microbacia do Arroio Barracão;
- Avaliar a necessidade de instalação de estações elevatórias;
- Avaliar a questão técnica e financeira para execução das redes.

## **1.2 Justificativa**

Para a efetivação de um projeto de rede coletora de esgotos, deve-se levar em consideração toda a infraestrutura da cidade, visto que a mesma possui um plano de esgotamento sanitário, mas que pelo passar dos anos e com o crescimento populacional elevado, o mesmo torna-se defasado, necessitando de novas ideias e técnicas para bem atender a população.

O Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (2017), relata que o município de Guaporé, possui um sistema de esgotamento sanitário do tipo individual, ou seja, efetivado em cada lote habitacional. O município não tem um sistema coletivo para tratamento de esgoto. Hoje, além do sistema individual estabelecido em cada lote habitacional, a exigência para os novos loteamentos é a disposição da rede coletora de esgoto de separador absoluto, definida por rede seca, sendo que até a implantação de um sistema coletivo para tratamento, esta continuará inutilizada, com sua funcionalidade somente como espera.

A zona urbana do município tem uma propriedade peculiar, pois na época da estruturação do município, arquitetaram-se galerias subterrâneas, com a ideia de implementar um sistema de coleta mista dos efluentes pluviais e domésticos. Por isso, as habitações antigas possuem fossa séptica com extravasador para o pluvial. Mas, hoje em dia são liberadas obras com este sistema, e depois do tratamento na fossa-séptica, seguida de filtro anaeróbio, o efluente é despejado em coletor misto (cloacal e pluvial).

Estes coletores únicos foram feitos em tijolos, com área de seção transversal de 1,0 m<sup>2</sup>, passando junto às ruas e avenidas do município, com algumas galerias cortando as quadras no sentido centro-norte da cidade. Em galerias mais recentes, os diâmetros das tubulações têm a variação entre 1,20 até 0,40 metros.

### **1.3 Delimitações**

Na atualidade, há uma grande preocupação com relação ao meio ambiente, sendo que o cuidado com o futuro do planeta exige do homem uma atenção especial em questão dos resíduos descartados na natureza, tendo em vista um planeta sustentável e habitável para as futuras gerações.

De tal modo, a dificuldade da implantação de saneamento básico no país é um problema enfrentado a décadas. O problema é ainda maior com relação aos sistemas de esgotamento sanitário, pela disposição do esgoto de forma imprópria, não tendo o

devido tratamento, porém, o problema tem início na dificuldade de obter verbas para tais finalidades.

Portanto, o presente trabalho contemplará somente a parte do Estudo de Concepção de um sistema para realização de coleta e condução de efluentes sanitários, sendo dimensionada somente a rede coletora, e definida a posição das Estações de Tratamento de Esgoto, e seus emissários e a demanda gerada (quantitativo de efluente), limitando-se apenas para a área central do município, dentro da micro bacia do Arroio Barracão, tendo em vista a elevada densidade populacional e o maior índice de poluição nesta área.

#### **1.4 Estrutura**

O presente trabalho é composto por três divisões: Introdução, Revisão Bibliográfica, Material e Métodos, Resultados e Discussões e Considerações Finais.

O capítulo da introdução revisa e contextualiza o saneamento básico, focando na área de esgotamento sanitário.

A Revisão Bibliográfica é designada a apresentar o embasamento nas questões de hidráulica de fluidos, mais especificamente para transporte destes em condutos, bem como os conceitos sobre o sistema de saneamento básico.

E no item de Material e Métodos são elencados dados específicos para o dimensionamento desse sistema, como estudo populacional, dados topográficos e também o método a ser utilizado para tal cálculo.

No item de Resultados e Discussão é abordado a descrição dos cálculos feitos, conforme proposto no tópico de Materiais e Métodos.

Por fim, na Conclusão se dará o encerramento do trabalho, levando em consideração o que foi sugerido nos objetivos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Para obter uma compreensão do tema realizou-se um levantamento dos conceitos indispensáveis para um novo plano de redes coletoras de esgotos sanitários. Utilizando as normas da ABNT NBR 9648/1986, NBR 9649/1986, NBR 14486/2000 como base, juntamente com a Lei 11445/2007, bem como bibliografia pertinente ao tema e o Plano Diretor elaborado para o Município de Guaporé. Serão expostos conceitos referentes a concepção de um plano para esgoto sanitário, que seja viável para o município.

### **2.1 Definição de saneamento**

A ideia de saneamento básico foi estabelecida ao longo da história da humanidade, devido às condições sociais e de materiais disponíveis de cada época, levando em consideração que suas ações e investimentos sempre estiveram relacionados com o setor da saúde pública (FUNASA, 2006).

O saneamento é definido por Kobiyama et al (2008), como sendo um conjunto de serviços e ações que tem por objetivo chegar a níveis de alta salubridade ambiental, propiciando assim melhores condições de vida tanto nos meios urbano e rural.

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS) corresponde ao saneamento básico à função de domínio de todo o meio físico do homem, que desempenham insalubridade sobre o seu bem-estar mental, social ou físico (SANTOS, 2007). O autor ainda considera que este sistema possa compreender um conjunto de medidas que vise à preservação ou modificação das condições do meio ambiente, tendo como intenção a promoção da saúde e prevenção de doenças. No âmbito atual, é possível verificar um serviço que é dito como meio de sustentabilidade, proposto para atender as necessidades da população, por meio de serviços de proteção à saúde e de desenvolvimento socioeconômico.

Saker (2007) faz a definição de saneamento básico como sendo um conjunto de serviços públicos que corresponde a infraestrutura, manejo de águas pluviais urbanas, manejo de resíduos sólidos de drenagem, instalações de esgotamento sanitário e abastecimento de água, bem como de limpeza urbana.

Com a aprovação da Lei 11.445/2007, a área de saneamento teve um marco legal e passou a contar com novas expectativas de investimento por conta do Governo Federal. Fundamentado na sustentabilidade econômica, eficiência, segurança, controle social, regularidade e qualidade, tendo em vista a universalização dos serviços, para ser possível à realização do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB nos municípios, para que seja possível assegurar os serviços que tornam a vida urbana segura e saudável.

De acordo com Wagner et al. (2013), o saneamento está ligado ao meio ambiente e a saúde pública. Porém, a grande maioria da população brasileira não tem acesso a este bem comum e de direito de todos. Em diversos locais ainda não há abastecimento de água potável, o tratamento do esgoto é praticamente inexistente e a coleta dos resíduos é insuficiente. Por conta disso, se dá o grande surgimento de problemas na área do meio ambiente e da saúde.

A escassez de saneamento básico resulta em diversas falhas de infraestrutura urbana e habitação, juntamente com outros casos que tornam agravante a questão socioambiental das cidades, deixando as condições de vida mais precárias, para a maioria da população (SOUZA, 2002). No Brasil, o saneamento básico é aceito como um serviço de política social, essencial para a saúde pública e ambiental. Tornando-

se assim uma meta social por ser indispensável à vida humana e a proteção ao meio ambiente, evidenciando seu caráter público e o Estado mantendo o dever a sua promoção (FUNASA, 2006).

## **2.2 Definição de esgoto sanitário**

Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986), compreende-se por esgoto sanitário o despejo líquido composto por esgotos doméstico, contribuição pluvial parasitária, esgoto industrial e água de infiltração. Essa norma também fala que, o esgoto doméstico é o despejo líquido resultado da utilização da água para necessidades fisiológicas e higiene. Já o esgoto industrial é o líquido formado através dos procedimentos industriais, e que devem respeitar os padrões de lançamento estabelecidos. A norma também determina que a contribuição pluvial parasitária é a parcela do escoamento superficial absorvida de maneira inevitável pelo sistema de esgoto sanitário, e a água de infiltração é a água vinda do subsolo, não desejável ao sistema separador e que entra nas canalizações.

Conforme Pereira (2006), pode-se assegurar que as águas utilizadas nas atividades humanas e posteriormente descartadas possuem propriedades que tornam impróprio seu consumo, bem como seu retorno ao meio ambiente. De maneira geral, é designada de água residuária e representa diferenças que variam conforme seu uso.

Segundo Barros (1995), os esgotos são gerados através da utilização da água para abastecimento. Deste modo, a água residuária é a massa líquida que exhibe partículas, compostos químicos ou microrganismos que tornam indevida sua utilização ou reaproveitamento, assim, sendo necessário o tratamento antes de seu reuso ou destinação final. Como exemplos, os efluentes de processos industriais ou esgotos domésticos, e os líquidos percolados em células de aterros sanitários e chorume. Na engenharia é empregada a designação esgoto sanitário para a água residuária vindas de esgoto doméstico, águas de infiltração que ingressam indevidamente nas tubulações coletora e ao esgoto industrial.



Oliveira (2003) diz que, o esgoto é formado por excretas humanas (urina e fezes), por águas servidas oriundas do uso doméstico, industrial, comercial e por águas pluviais. O esgoto doméstico normalmente representa a maior parte do esgoto sanitário, sendo composto por dejetos fecais e águas servidas vindas de cozinhas, banheiros, prédios comerciais, outras instalações hidro sanitárias de residências, instalações públicas, e também contribuições de hospitais e demais locais de serviços de saúde.

De acordo com as propriedades, o esgoto sanitário pode ser dividido em fraco, médio e forte, sendo influenciado na vazão e concentrações por fatores controláveis, como boas condições do abastecimento de água, processo construtivo de rede coletora, e por fatores que exibem difícil controle, como as condições climáticas, características socioeconômicas e hábitos higiênicos, etc. Conforme Von Sperling (1996), o esgoto doméstico contém em torno de 99,9% de água, e somente 0,01% de sólidos orgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. Por conta desta fração é evidente a necessidade de tratamento dos esgotos. A coleta, tratamento bem como a destinação final se tornam indispensáveis, pois se trata de um efluente rico em carga orgânica e fundamental poluente de rios em centros urbanos.

O tratamento de esgoto tem por objetivo reduzir ou eliminar a contaminação das águas, pois a água utilizada em nossas casas ao não ser tratada é encaminhada diretamente a rede de esgoto, entrando posteriormente em contato com os rios, ocasionando assim a contaminação das águas e por consequência também entramos em contato (FARIA, 2007).

### **2.3 Tipos de coleta e tratamento de esgotos sanitários**

Conforme a FUNASA (2006), a disposição apropriada dos dejetos representa uma importante medida de saúde pública, onde pode ser constituída por uma solução individual ou coletiva, dependendo da densidade populacional da área beneficiada.

### **2.3.1 Sistemas individuais**

Conforme Von Sperling (2005), este sistema é adotado para residências unifamiliares, e incidem no despejo dos esgotos domésticos produzidos em uma unidade habitacional, habitualmente em fossa séptica, acompanhada de aparelho de penetração no solo (irrigação subsuperficial, sumidouro). Esses sistemas podem funcionar de maneira satisfatória e podem ser viáveis no âmbito econômico, mas as habitações devem ser esparsas (grande porcentagem de área livre ou em área rural), em que o solo ofereça boas condições de infiltração, nível de água subterrânea em profundidade apropriada, evitando deste modo o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

### **2.3.2 Sistemas coletivos**

Por conta da maior concentração demográfica, as soluções individuais apresentam dificuldades para seu emprego. O espaço solicitado para a infiltração torna-se elevado, e em muitos casos, maior que o disponível. Deste modo, os sistemas coletivos para rede de esgotos começam a ser mais recomendados como forma de solução em locais com alta densidade populacional, como em meios urbanos. Esta solução é feita através da inserção de canalizações para onde são lançados os esgotos, e conduzidos até seu destino, para que seja feito o tratamento sanitário adequado (VON SPERLING, 2005).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), pode-se classificar os sistemas de esgotamento sanitário em três tipos, conforme a Quadro 1:

Quadro 1 - Tipos de sistemas urbanos de esgotamento:

<b>Classificação dos sistemas urbanos de esgotamento</b>	<b>Descrição</b>
Sistema unitário	Consiste em realizar a coleta de esgotos domésticos, de águas pluviais e de escoamentos industriais unindo-os em um único coletor;
Sistema separador parcial	Uma quantia das águas de chuva, originárias de telhados e pátios são encaminhadas juntamente com águas residuárias e águas de infiltração do subsolo até um sistema de coleta e transporte de esgoto único;
Sistema separador absoluto	O esgoto doméstico e o industrial ficam totalmente apartados da drenagem pluvial, constituindo desta maneira, dois sistemas independentes.

Fonte: Tsutyia e Sobrinho (2000), adaptado pelo autor.

## 2.4 Formulação de sistemas de esgoto sanitário

A NBR 9648 (ABNT, 1986) determina que o estudo de concepção para um sistema de esgoto sanitário, deve considerar as diferentes partes de um sistema, separadas em arranjos organizados de maneira a constituírem um todo integrado que devem ser quantitativa e qualitativamente comparáveis entre si, de modo a determinar o melhor acondicionamento, do ponto de vista técnico, econômico, social e financeiro.

Tsutyia e Sobrinho (2011) falam que a concepção é definida ainda na etapa inicial de projeto, tendo os seguintes objetivos:

- Estimativa e quantificação dos fatores que determinam o sistema de esgotos;
- Pré-dimensionamento das unidades do sistema;
- Realização de análise do sistema existente, verificando a situação vigente e prevendo uma situação futura;
- Determinação dos parâmetros principais de projeto;

- Apuração das melhores alternativas mediante a comparação econômica, técnica e ambiental;
- Definição das diretrizes de projeto e avaliação da demanda de serviço que precisam ser executados em fase de projeto.

A NBR 9649 (ABNT, 1986) que trata sobre projeto para redes coletoras de esgoto sanitário, estabelece os principais parâmetros para definição dos sistemas a serem instalados.

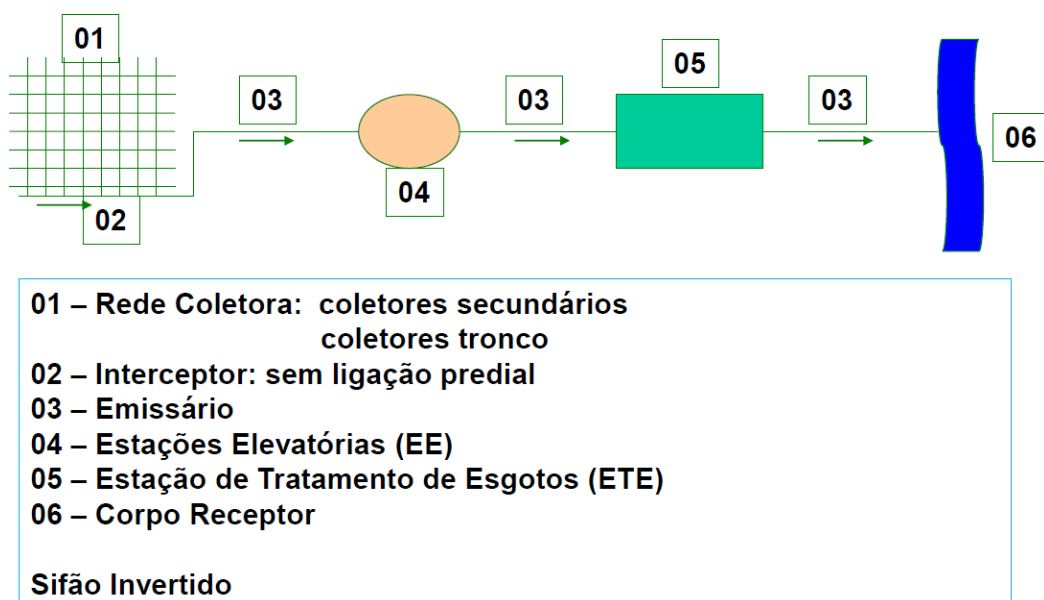
## **2.5 Partes que constituem o sistema de esgotamento**

Conforme Tsutiya e Sobrinho (2000), a compreensão do sistema precisará ampliar às suas diversas partes, relacionadas e determinadas a seguir, conforme representadas na Figura 1:

- a) Tubo coletor: envolve o conjunto de canalizações propostas a receber contribuição em qualquer ponto no decorrer do seu comprimento;
- b) coletor principal: coletor em que o diâmetro é superior ao mínimo estipulado para a rede;
- c) coletor tronco: canalização com diâmetro maior, onde recebe somente as contribuições de vários coletores de esgoto, os transportando a um interceptor ou emissário;
- d) Interceptor: canalização que ganha a contribuição dos coletores tronco e de alguns emissários;
- e) Emissário: conduto final do sistema de coleta, que tem por finalidade distanciar os efluentes da rede para o local de escoamento ou de tratamento, ganhando reforços somente na extremidade do montante;
- f) Sifão invertido: designa-se à transposição de obstáculo através da tubulação de esgoto, e tem seu funcionamento sob pressão;

- g) Estação elevatória: instalação estabelecida para a condução do esgoto do nível de chegada, até nível de recalque ou saída;
- h) Corpo receptor: corpo de água em que são lançados os esgotos tratados;
- i) Estação de tratamento: instalações apontadas para a realização da depuração dos esgotos, antes do despejo ao corpo receptor.

Figura 1 – Partes constituintes do sistema de esgoto sanitário



Fonte: Knapik e Cubas (2016).

## 2.6 Histórico do esgoto sanitário no Brasil

A discussão acerca do saneamento no país, conforme falam Pereira, Souza e Silva (2010), teve início no período colonial, em meados do século XVI, tempo marcado pelo desenvolvimento da sociedade brasileira, em que a economia dependia da utilização intensiva de recursos naturais e das monoculturas do açúcar, café, borracha e pau-brasil. Neste tempo, através da miscigenação das etnias indígenas, negra e branca, em que cada povo tinha seus próprios costumes sanitários, o

esgotamento sanitário ocorria apenas dos serviços de escravos, denominados “tigres”, que eram designados a eliminar os dejetos gerados e retidos em potes das residências.

A chegada da família real, em 1808, acelerou o crescimento da população, onde aumentou em poucos anos, de 50.000 para 100.000 até 1822. Por isso, a demanda por abastecimento de água se elevou, consequentemente provocando o acúmulo de dejetos e resíduos no meio ambiente. Nessa época, as obras de saneamento eram tidas como soluções apenas individuais, sendo destinadas a drenagens de terrenos e à disposição de chafarizes em determinadas cidades (PEREIRA; SOUZA; SILVA, 2010).

Em meados do século XIX, foram feitas as primeiras interferências em favor do saneamento das cidades do Brasil, tendo em vista resolver os problemas de epidemias enfrentadas no período. Já em 1853, D. Pedro II juntamente com médicos e higienistas, começou os processos para construção de um sistema de esgotamento sanitário para o Rio de Janeiro, que na época era a capital do país. E em 1863, esta se tornou uma das únicas cidades do mundo a possuir um sistema de esgoto (REZENDE; HELLER, 2002).

Em meados dos anos 70, foi inserido o Sistema Nacional de Saneamento, juntamente ao Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), através do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e do Banco Nacional da Habitação (BNH). O PLANASA foi a política mais categórica que foi posta em prática no país e sua implementação foi viabilizada através dos recursos do FGTS (ARRETCHE, 2004).

Conforme a ABES (2008), em conjunto com o PLANASA, foram designadas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB). Partindo da hipótese de que as CESB seriam mais aptas a obter a universalização dos serviços de esgoto e água do que os municípios. O governo federal da época levou grande parte dos municípios a conceder às CESB, para a prestação dos serviços de saneamento como meio para garantir o ingresso aos recursos do Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), com a intenção de que os municípios que não concordassem ao plano dificilmente conseguiriam recursos para investimento. Dessa maneira, aderir ao plano significava desistir da autonomia do município sobre os serviços de saneamento.

Com o intuito de mudar esse panorama, em 2007 surge a Lei Nacional do Saneamento Básico 11.445/2007, que representa uma admirável ação do governo, formalizando uma nova era na área de saneamento do país. Ao entrar em vigor a lei, admitiu-se como obrigação da sociedade brasileira a universalização do saneamento básico. Ainda em 2007, com a concepção do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) pelo governo, procurando manter a prioridade nos investimentos em infraestrutura, abrangendo a área de saneamento.

Após o Decreto 7.217/2010, ocorreram avanços significativos no setor, onde o decreto que regulamenta a Lei 11.445/2007, institui normas nacionais para o saneamento básico, em conjunto com a Política Federal de saneamento Básico do Brasil. A lei mencionada define as competências no que diz respeito ao exercício de sua titularidade, regulação, planejamento e gestão. Desta forma dando maior autonomia aos municípios, onde estes têm o dever de elaborar de um plano de saneamento básico para a cidade. Ainda, fica a critério do município a responsabilidade de definir o monitoramento de indicadores sobre a execução e também sobre a gestão desses serviços.

## **2.7 A situação do esgoto sanitário no Brasil**

No país, o desenvolvimento das ações de saneamento, conforme a história vinculou-se aos aspectos econômicos e de interesses dominantes, assim sendo, os investimentos feitos não superaram as carências sociais do país. De tal modo, os investimentos que tiveram prioridade nesse departamento foram de abastecimento de água, em detrimento de ações menos vantajosas, fragmentando a visão do saneamento, manifestando-se institucionalmente numa hipotética interação entre governos estaduais e municípios (REZENDE; HELLER, 2002).

Conforme Pereira (2003), o número significativo de municípios que não possuem coleta e tratamento de esgotos acontece pois o saneamento não é tido como prioridade, faltando dessa maneira, uma política eficaz para que sejam direcionadas ações nessa área, fazendo com que os programas de saneamento tenham caráter individual e localizando-se em municípios específicos, e algumas questões político- partidário-

administrativas atrapalham a formulação de uma política única de implantação de infraestrutura sanitária nos municípios, prejudicando a aquisição de recursos para esses investimentos. A presença de serviços de saneamento básico nos espaços urbanos do país aumentou significativamente nas últimas décadas, como se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Abastecimento de água e coleta de esgotos no Brasil (%)

SERVIÇO	ANO					
	1960	1970	1980	1990	2000	2010
ABASTECIMENTO DE ÁGUA	41,8 %	60,5 %	79,2 %	86,3 %	89,8 %	91,9 %
ESGOTAMENTO SANITÁRIO	26,0 %	22,2 %	37,0 %	47,9 %	56,0 %	58,9 %

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 e 2010.

Contudo, referente ao saneamento básico nota-se que, este desenvolvimento não está ocorrendo na maior parte das cidades brasileiras, pois o déficit que existe neste setor ainda é enorme, o que resulta em estragos ao meio ambiente e à condição de vida da humanidade. Um estudo dirigido pelo IBGE (2012), diz que em 2011, cerca de 78% das cidades brasileiras não tinham um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Ainda, esta pesquisa relata que 60,5% dos municípios não tinham acompanhamento para às licenças referentes ao abastecimento de água, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e esgotamento sanitário.

No conjunto que é designado ao saneamento básico, a situação mais preocupante é a do esgotamento sanitário. Ainda, conforme o IBGE (2010), no ano de 2008, somente 55,2% dos municípios brasileiros possuíam serviço de esgotamento



sanitário por meio de rede coletora. Atualmente no Brasil por mais que a coleta de esgotos tenha se expandido nos últimos anos, seu tratamento ainda é ineficiente, necessitando de um aumento da rede coletora de esgoto, e um aumento considerável dos esgotos tratados, para reduzir os impactos ambientais e promover a qualidade de vida dos habitantes.

Em 2017 apenas 41,5% dos 5.570 municípios brasileiros afirmaram ter um Plano Municipal de Saneamento Básico. Já em relação a Política Municipal de Saneamento Básico esse número é ainda menor, onde apenas 38,12% declararam ter (IBGE 2017).

Conforme apresenta a pesquisa feita pelo IBGE (2017), após o Decreto 7.217 de 21 de junho de 2010, houve um aumento na Política Municipal de Saneamento Básico. Sendo que, somente em cidades mais populosas a taxa referente a regulamentação do (PMSB) ultrapassa os 60%. Por outro lado, as maiores taxas de crescimento foram registradas entre os municípios que possuem uma população relativamente baixa, até 5000 habitantes, mostrando um aumento de 72,2%, onde em 2011 apenas 277 municípios tinham determinada política de saneamento, e em 2017 esse número subiu para 477 municípios, mostrando assim uma mudança significativa em relação a esses aspectos.

## **2.8 Situação do esgoto sanitário no Rio Grande do Sul**

Conforme a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD (2011), que investiga anualmente as características gerais da população brasileira no quesito da educação, trabalho, rendimento, habitação e, etc., no ano de 2011, no Estado, apenas 26% das casas tinham rede coletora de esgoto. Essa situação é ainda mais precária, pois esta estatística faz referência apenas à existência do serviço no município, e não considera a extensão da rede, o número de domicílios atendidos ou se o esgoto é tratado depois de recolhido, além da qualidade do atendimento. Segundo o Sistema de Informação da Atenção Básica – SIAB (2013), no mês de fevereiro de 2013 haviam

no estado, ao menos 75.810 casas que destinavam o esgoto sanitário para valas a céu aberto.

Informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2012), apontam que apenas 34,52% do esgoto total gerado no Estado é coletado, sendo tratado desse total coletado, somente um volume de 42,77% ao ano. Quando se trata da água consumida para essas tarefas e o esgoto sanitário produzido, o índice é ainda mais baixo, onde apenas 15,96% do volume total são tratados. Através dos dados apresentados fica evidenciado as ações a serem implementadas por órgãos públicos encarregados pelo saneamento, para poder superar o alto déficit tanto na coleta, como no tratamento de esgoto sanitário.

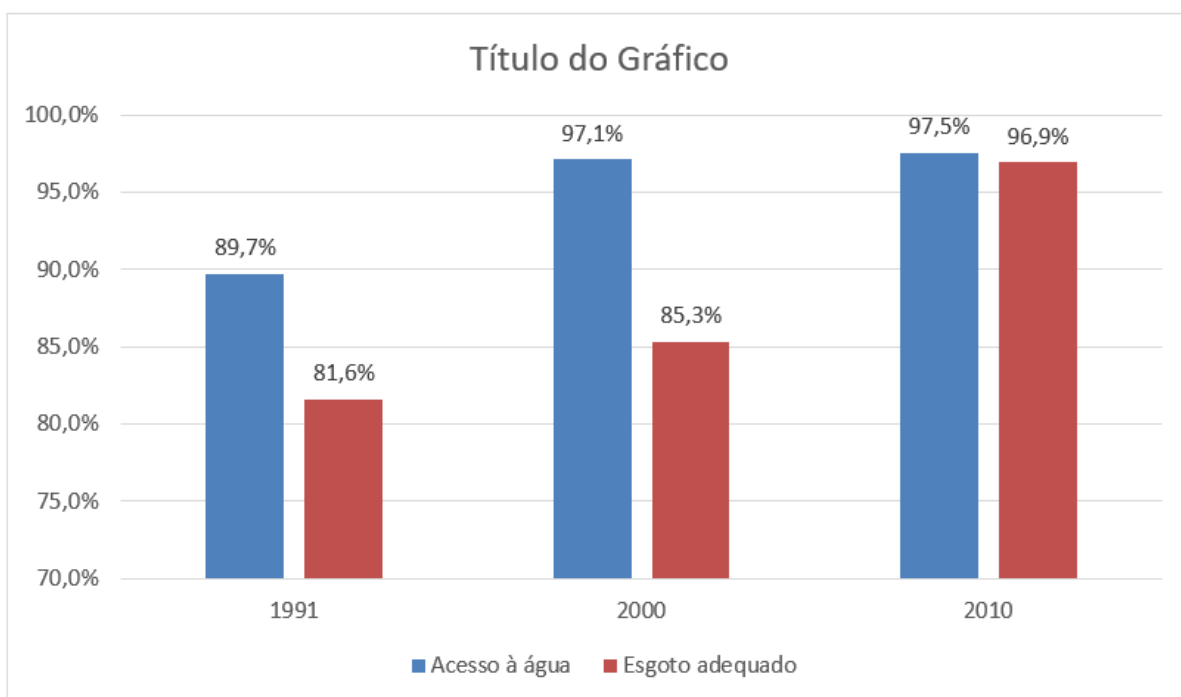
O principal problema em relação ao saneamento no Estado, relatado pela Fundação Estadual de Estatística do Rio Grande do Sul – FEE (2017), está relacionado com a escassez de coleta e posterior tratamento de esgoto sanitário, visto que o Estado realiza a coleta em média de 50% do esgoto gerado, porém, realiza tratamento em apenas 13%. Nesse contexto ingressam as cidades de Canoas e Gravataí, que figuram entre os 20 piores índices comparados com municípios mais populosos do país (IBGE, 2017).

A Lei 11.445/2007 evidencia o grande desafio proposto ao Estado no sentido de universalizar os serviços de esgotamento sanitário pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), onde as metas a serem alcançadas no índice de cobertura de domicílios com rede coletora ou fossa séptica varia de 81% para o ano de 2018 até os 99% em 2033.

## 2.9 Situação do esgoto sanitário em Guaporé

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Guaporé – PMSB (2017), no ano de 1991, 81,6% dos habitantes urbanos apresentavam acesso à rede de esgoto apropriada (fossa séptica ou rede geral), sendo que em 2010 esse índice subiu para 96,9%.

Gráfico 1 - Percentual dos moradores urbanos com acesso a esgoto sanitário apropriado e água encanada no município de Guaporé/RS



Fonte: PMSB (2017).

Segundo o IBGE (2010), 64% dos domicílios urbanos da cidade contavam com rede geral ou pluvial de esgoto, 33% possuíam fossa séptica, e somente 2% tinham fossa rudimentar ou com o despejo em rios e lagos. Destaca-se que a rede geral se refere a rede pluvial mista e não abrange necessariamente um tipo de destinação apropriada para o esgotamento sanitário.

Conforme o PMSB (2017) destaca, a drenagem pluvial do município recebe os esgotos sanitários, ou seja, o sistema é misto. Ainda, o sistema de drenagem pluvial foi ampliado ao longo do tempo, não tendo um projeto global de dimensionamento,

resultando em redes subdimensionadas e sem as devidas atualizações com a realidade, bem como com o crescimento da cidade. Logo, o dimensionamento da rede pluvial deve considerar as vazões de esgotos mais vazão das chuvas, que não se constatou. Além disso, no estudo realizado, a vazão de esgoto que colabora para a drenagem pluvial é de aproximadamente de 5.424.000 L/dia, provocando uma sobrecarga ainda maior para as redes de microdrenagem.

Ainda conforme o PMSB (2017), identificou-se a existência de aporte de efluente industrial, tratado e não tratado, lançado diretamente na rede pluvial. Este volume não pôde ser estimado por ser uma atividade ilegal, não sendo impossível a contabilização do real acréscimo de efluentes industriais na rede de microdrenagem. Existem graves falhas na infraestrutura, conservação e manutenção, com pontos de deterioração dos materiais, e também condutos pluviais com problemas de assoreamento, lançamento de lixo e presença de resíduos. Esses fatores são agravados por conta do crescimento da cidade, dos desmatamentos para a urbanização, do aumento do grau de impermeabilização do solo, das ocupações impróprias em localidades sob influência das águas, bem como da erosão (PMSB, 2017).

De maneira geral, o sistema que existe na cidade, faz com que as águas escoem por meio de inclinações contidas nas ruas, conduzindo-as para a sarjeta, e por meio da força gravitacional, escoam pelas laterais destas vias, tomando a direção das bocas de lobo ou caixas coletoras com grades, sendo transportadas por meio de tubos subterrâneos para áreas baixas, desaguando em um curso hídrico (PMSB, 2017).

A cidade de Guaporé não possui sistema coletivo de tratamento de efluentes (esgoto). O esgotamento sanitário da cidade é do modelo individual, ou seja, efetivado em cada lote habitacional, onde conforme Von Sperling (1995), os sistemas individuais são propícios para residências unifamiliares. E hoje em dia, além do sistema individual estabelecido em cada lote habitacional, exige-se de loteamentos novos a colocação da rede coletora de esgoto, do modelo separador absoluto (rede seca), pois, até a implantação do sistema coletivo de tratamento, esta permanecerá inutilizada, feita somente como espera.

Conforme dados do IBGE (2010), o município de Guaporé possui 7.632 domicílios, desses 6.892 domicílios estão em área urbana e 740 em área rural. Ainda, segundo o IBGE, o cenário do esgotamento sanitário de Guaporé era composto pelo que se descreve na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados do tratamento de esgoto no município de Guaporé/RS

Tratamento	Área Urbana e Rural	
	% de domicílios	Nº de domicílios
Fossa-séptica rudimentar (poço negro)	4	330
Fossa-séptica (FS)	37	2.786
Fossa-séptica (FS) + Filtro Anaeróbico (FA)	0	0
Fossa-séptica (FS) + clorador	0	0
Sem tratamento (a céu aberto em solo ou curso hídrico)	2	159
Outro (Rede coletora mista)	57	4.344
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>7.619</b>

Fonte: IBGE (2010).

Guaporé não possui um sistema coletivo para tratamento de efluentes (esgoto), portanto, o único meio de tratamento que existe são os sistemas individuais, por lote habitacional, através de fossa-séptica, filtro anaeróbio e instalação em rede pluvial mista na maior parte dos casos, bem como em sumidouros, quando há possibilidade (PMSB, 2017).

## 2.10 Critérios de projeto

Para que seja possível a realização de um estudo de concepção e o dimensionamento de redes coletoras de esgoto, é necessário que haja alguns critérios de projeto a serem seguidos para direcionar os estudos e pesquisas.

### 2.10.1 Topografia

O termo "Topografia" decorre do grego "topos" (lugar) e "graphen" (descrever), isto é, o traçado exato de um ambiente. Todo e qualquer projeto de arquitetura ou engenharia tem como fundamento a determinação do contorno, extensão e posição referente a uma porção limitada de terreno por meio de plantas ou cartas. Os sistemas de Esgotamento Sanitário são desenvolvidos através do terreno sobre o qual assentam e o qual é essencial seu conhecimento detalhado, tanto na fase do projeto, bem como na execução. A topografia é que permite esse conhecimento, através de métodos e instrumentos, assegurando a adequada implantação da obra (BORGES, 1977).

A força da gravidade é responsável para que os sistemas de redes coletoras de esgoto funcionem, assim, é de fundamental importância a realização do registro topográfico do local de projeto, mas também que na fase da construção da obra os traçados ou levantamentos de campo sejam respeitados. Os procedimentos para a efetivação de um levantamento topográfico são definidos pela NBR 13.133 (ABNT, 1996), que determina as condições exigíveis para sua execução de forma a obter:

- Noção geral do terreno: limites, relevo, localização, área, posicionamento, confrontantes e amarração;
- Dados sobre o terreno (coordenadas, cotas) para estudos preliminares de projetos;
- Dados sobre o terreno (cotas, coordenadas) para anteprojetos ou projetos básicos;
- Dados sobre o terreno (cotas, coordenadas) para projetos executivos.

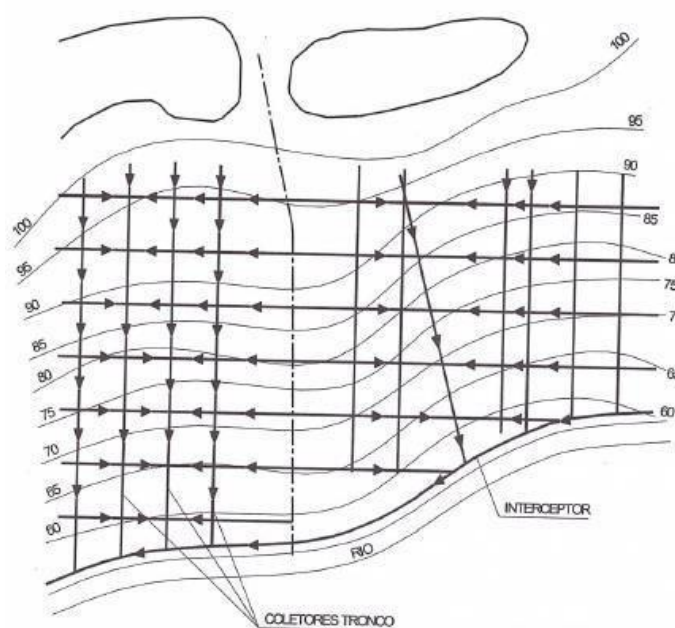
Ainda, segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), a realização do estudo do traçado, necessita da planta topográfica planialtimétrica na escala adequada, com nivelamento dos pontos em que precisam ser projetados os órgãos acessórios.

### 2.10.2 Modelos de traçado de rede coletora

Tsutiya e Sobrinho (2000) destacam que, o esquema das redes coletoras de esgoto está fortemente unido a morfologia da área de projeto, procurando tirar proveito dos declives que existem, através dos efeitos da gravidade. Portanto, é possível ter os tipos de rede a seguir:

- Perpendicular: Esse traçado acontece quando a cidade é atravessada ou circundada por cursos d'água. Portanto, a rede de esgoto é composta de diversos coletores tronco independentes, com traço perpendicular ao fluxo d'água, e um interceptor marginal recolhe os efluentes dos coletores tronco e os encaminha ao destino apropriado (FIGURA 2).

Figura 2 – Rede coletora do tipo perpendicular

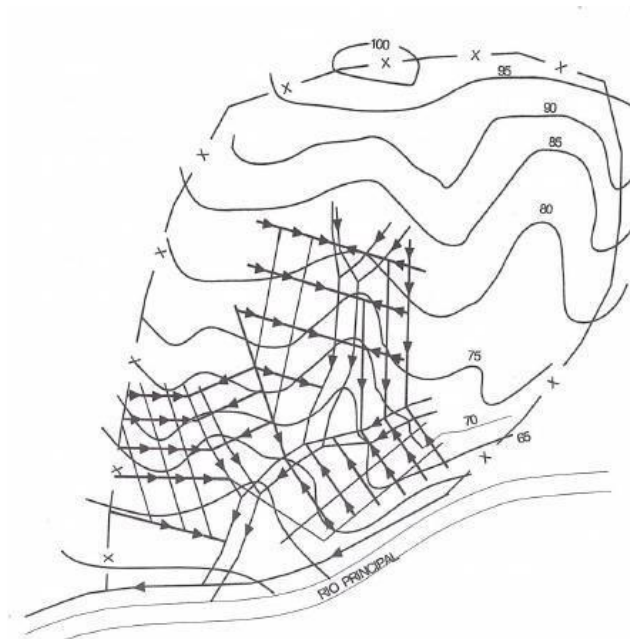


Fonte: Tsutiya e Sobrinho (2011).

- Leque: O traçado leque é normalmente colocado em áreas acidentadas. Onde os coletores percorrem aos fundos dos vales ou através da parte

baixa das bacias, recebendo os coletores secundários, dando forma a um traçado em que se assemelha a espinha de um peixe (FIGURA 3).

Figura 3 – Rede coletora do tipo leque

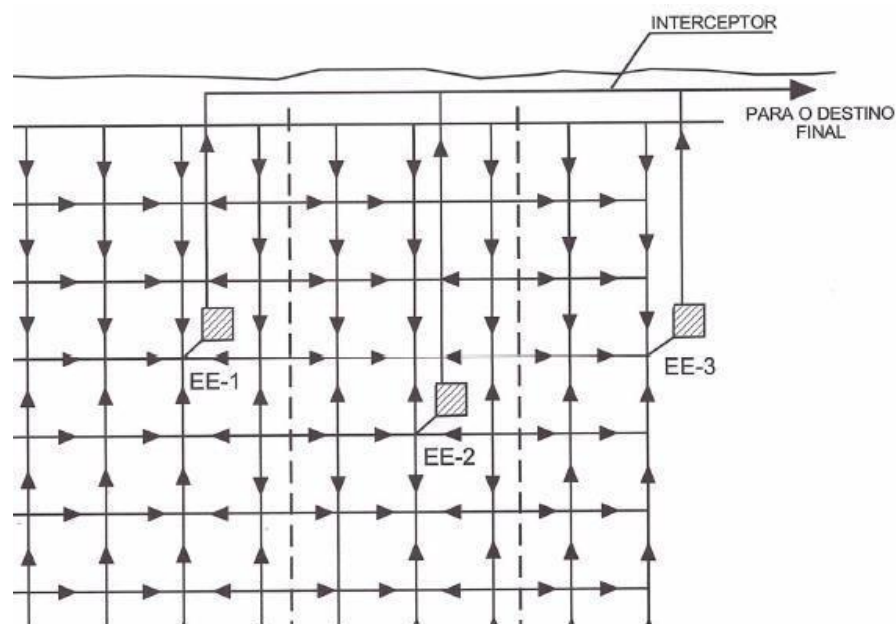


Fonte: Tsutya e Sobrinho (2011).

- Radial ou Distrital: Essa configuração de traçado é normalmente empregada em cidades com áreas planas. Sendo a área dos pontos mais baixos desmembrada em setores independentes, para onde são direcionados os esgotos a serem recalcados ao destino final (FIGURA 4).



Figura 4 – Rede coletora do tipo radial ou distrital



Fonte: Tsutya e Sobrinho (2011).

### 2.10.3 Profundidade da rede de esgotamento

Conforme o manual de saneamento da FUNASA (2006), a mínima profundidade da tubulação precisa permitir a recepção dos efluentes por gravidade, bem como resguardar a tubulação por conta do tráfego de veículos e demais impactos. Tsutya e Sobrinho (2011) destacam que, a profundidade mais adequada para um sistema é a que acomoda a coleta e afastamento dos esgotos com o emprego coerente da tecnologia disponível e também de recursos financeiros.

Para determinar onde uma rede possa ser traçada é de fundamental importância o conhecimento das profundidades mínimas e máximas. Sendo necessário a realização de planos de sondagens, para a obtenção dos principais fatores em relação ao conhecimento da presença de solos de baixa resistência, rochas, nível do lençol freático e outros fatores de análise do subsolo. Fatores esses que possibilitam o estabelecimento das profundidades máximas e mínimas, além dos serviços para orçamento e execução da obra (RECESA, 2008).

A NBR 9649 (ABNT, 1986) estabelece que, a profundidade precisa ser determinada de maneira a permitir o escoamento do esgoto sanitário das residências ao longo das ruas que ela está assentada, e para que atenda as condições de recobrimento mínimo, de forma a proteger a tubulação. Onde o recobrimento não pode ser inferior a 0,90 m para coletor assentado na via de tráfego, garantindo um recobrimento mínimo, visando proteger os coletores contra cargas externas, e para aqueles assentados no passeio público seu recobrimento não deve ser inferior a 0,65 m.

Tsutiya e Sobrinho (2000) indicam que, a profundidade máxima da tubulação comumente chega de 4,0 m a 4,5 m, mas a profundidade mais apropriada é de 1,5m até 2,5 m. Ainda, cabe ressaltar que maiores profundidades só devem ser aceitas mediante a justificativa técnica e econômica, visto que acima de 4,0 m de profundidade é aconselhável a projeção de coletores para auxiliar nas coletas das ligações prediais.

A profundidade máxima tem relação com a economia do sistema no que diz respeito às condições de execução e realização de manutenção da rede pública e de ligações prediais, utilizando-se 4,5 m como valor de referência (NETTO; FERNÁNDEZ, 2015).

Alguns aspectos são levados em conta para a projeção da rede coletora, entre eles está a presença de interferências, os planos diretores de urbanização, o local em que a tubulação se encontra na via pública e a possibilidade do aproveitamento de canalizações já existem (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

## **2.11 Materiais das tubulações de esgoto**

Recesa (2008) fala que, hoje em dia no Brasil, o PVC (policloreto de vinila) é o material mais usados nas obras para sistemas de coleta e condução de esgoto. E para linhas de recalque, são usados tubos de aço ou ferro fundido.

É de fundamental importância fazer a avaliação de vários fatores para a escolha correta do tipo de material a ser usado para a rede de esgotos. Dentre esses fatores

se destacam: as condições locais, as características dos esgotos, os procedimentos usados na construção (RECESA, 2008).

Conforme Tsutiya e Sobrinho (2011) no momento da seleção do material deve-se analisar as seguintes particularidades:

- Disponibilidade de diâmetros necessários;
- Resistência a cargas externas;
- Fácil transporte;
- Resistência à abrasão, bem como ao ataque químico;
- Custo do material;
- Custo de transporte;
- Custo de assentamento.

### **2.11.1 Tubos de PVC**

A NBR 14486 (ABNT, 2000) implanta as exigências para tubos de PVC para rede coletora e ramais prediais enterrados para realizar a condução dos esgotos sanitários e escoamentos industriais, em que temperatura do fluido não exceda 40°C.

Para Tsutiya e Sobrinho (2011), esse material é a principal opção de emprego nos tubos para coleta e transporte de esgoto, por conta da alta resistência à corrosão, diversidade de diâmetros existentes, ao seu baixo custo, ampla disponibilidade e facilidade de transporte, e a vida útil do material.

Os tubos de PVC possuem 6,0 m de comprimento e os diâmetros variam de 100 a 400 mm, sendo que há variação conforme cada fabricante (RECESA, 2008).

### **2.11.2 Tubos de ferro fundido**

Conforme Tsutiya e Sobrinho (2011), os tubos de ferro fundido são bastante usados em linhas de recalque de elevatórias. Para passagem livre são usados em travessias aéreas, passagem por rios, e se há necessidade de tubulações que aguentem cargas elevadas. Os diâmetros disponíveis para esse material são de 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 e 1200 mm, com extensão de 6 m.

Recesa (2008) expõe os benefícios na utilização de tubos de ferro fundido, dentre elas:

- Resistência a altas pressões;
- Existência de distintos tipos de revestimento externo para corrosividade do solo;
- Para qualquer tipo de serventia, existe um conjunto de conexões e peças disponíveis;
- Alta resistência às cargas externas, permitindo grandes e pequenas alturas de recobrimento;
- Garantia de 100% de estanqueidade por vários fabricantes, não admitindo infiltrações ou vazamentos;
- Dependendo do efluente a ser transportado, o recobrimento interno pode ser distinto.

### **2.12 Fundamentos do processo de cálculo**

Conforme Telles (2014), a rede coletora de esgoto é constituída por um conjunto de condutos conectados entre si, cobrindo as ruas do local a que serve, podendo ser nomeadas de redes simples as que são constituídas de uma canalização única por rua, ou ainda, sendo denominadas de redes duplas, as que possuem canalização distribuída uma em cada calçada, onde que em cada nó, ou ponto de

singularidade é colocado um órgão acessório como um poço de limpeza nas cabeceiras.

Telles (2014) ainda relata que, considerando a extensão total da rede, a população para receber esgotamento de início e de fim de plano, juntamente com o consumo de água per capita, coeficiente de máxima vazão diária ( $K_1$ ) e coeficiente de máxima vazão horária ( $K_2$ ), e também a taxa de infiltração e o coeficiente de retorno, é possível determinar a vazão de coleta linear (l/s.m), para início e final de plano admitindo que seja uniforme no decorrer do trecho. Há uma acumulação nos trechos das cabeceiras para as pontas das vazões calculadas, alcançando seu maior valor no trecho mais próximo ao ponto final da rede. Desta maneira, tendo as vazões de início e fim de plano para cada trecho calcula-se o diâmetro, a declividade, a tensão trativa e a velocidade crítica ao longo do escoamento, onde todos esses itens terão seus conceitos abordados a seguir, e posteriormente no capítulo da metodologia, serão expostas suas equações ou parâmetros estipulados por norma.

### **2.12.1 Estudo populacional**

Após ser definido o horizonte de projeto, a primeira variável a ser analisada em um Plano de Saneamento é a questão da população que será atendida pelo projeto de esgotamento sanitário num determinado período adotado. Assim, permitindo deduzir uma vazão de esgotos atual e futura, ano por ano até o fim de plano e a saturação, que destinará ao tratamento apropriado (NUVOLARI, 2011).

A atividade certamente mais difícil de um planejamento urbano, é a determinação do índice de atendimento, pois se faz necessário um estudo populacional e demográfico, na tentativa de prever o crescimento populacional de uma cidade, onde este inclui diversas incertezas, tendo em vista o grande número de variáveis que envolvem estes fatores, dificultando sua projeção de forma correta (CORSAN, 2009).

Recesa (2008) alerta para a importância de se realizar a projeção da população, baseando-se no estudo de ocupação e uso do solo, desta forma não extrapolando a

população de projeto com áreas que por ventura não venham a ser povoadas no futuro. Para isso, são usadas projeções tendo por base de cálculos matemáticos baseados em dados populacionais pré-existentes, como dados censitários do IBGE, tomando por base dois métodos existentes para este cálculo, que são os cálculos da população por meio do método aritmético e os cálculos através do método geométrico.

### **2.12.2 Consumo de água per capita (q)**

Entende-se por consumo per capita a quantidade de água consumida por uma pessoa em suas atividades rotineiras, evidenciando assim a relação do consumo de água e a contribuição para a rede de esgotos. A contribuição per capita de uma região é obtida dividindo-se o total de consumo de água por dia, pela quantidade de população servida (FUNASA, 2015).

No Brasil se utiliza o consumo per capita dos projetos para fornecimento de água como parâmetros para dimensionar os sistemas de esgotamento sanitário. Porém, deve ser considerado para o dimensionamento do sistema de esgoto o consumo de água per capita, onde não se inclui as perdas de água (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

Depois de uma revisão bibliográfica, define-se valores típicos para o consumo de água “per capita” para populações com ligações domiciliares, conforme a Tabela 1 (VON SPERLING, 1995).

Tabela 3 - Consumo per capita de água

<b>Porte da Comunidade</b>	<b>Faixa da população (habitantes)</b>	<b>Consumo per capita (l/hab.dia)</b>
Povoado rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade grande	> 250.000	150 – 300

Fonte: Von Sperling (1995).

O consumo “per capita” é um parâmetro que sofre variações dependendo de diversos fatores, como por exemplo, a quantidade de micromedida do sistema de abastecimento de água, os hábitos higiênicos e culturais da comunidade, os controles exercidos sobre o consumo, as instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis, a temperatura média da região, a renda familiar, entre outros. Deve-se levar em conta também, para o cálculo das demandas de sistemas de abastecimento de água, as possibilidades de crescimento econômico pelo aumento da renda das populações ou PIB per capita, pois, o aumento do consumo de água está diretamente ligado a tais crescimentos (FERREIRA E MARTINS, 2005).

### 2.12.3 Coeficientes de variação de vazão (K)

Nuvolari (2011) cita que os coeficientes de variação de vazão referem-se ao escoamento de esgoto doméstico, componente do esgoto sanitário. Sendo que a água de consumo doméstico tem comando direto do usuário, portanto, há uma variação de vazões conforme as demandas mensais, horárias e sazonais.

Von Sperling (2005) ressalta que, em questão das variações horárias das vazões de esgoto, é preciso lembrar que, em sistemas coletivos, as flutuações são amortecidas ao longo da rede coletora. Compreende-se que, quanto maior for a rede, menores as chances das vazões de pico se superporem ao mesmo tempo na entrada da estação de tratamento de esgotos (ETE). Por esta razão, em sistemas coletivos, o tempo de

residência na rede coletora tem ampla influência no amortecimento dos picos de vazão.

Metcalf & Eddy (1991) destacam que, para uma mesma população, a vazão de esgoto doméstico tem variação em relação as horas do dia (variações horárias), com os dias (variações diárias) e meses, sendo estimados os coeficientes ( $Q_{\text{máx}} = K1$  e  $K2Q_{\text{méd}}$ ) para se obter vazões máximas, e  $Q_{\text{mín}} = K3Q_{\text{méd}}$  para vazões mínimas de contribuição:

a) Coeficiente do dia de maior consumo ( $K1$ ) – é a relação entre o valor do consumo máximo diário de água no decorrer de um ano e o consumo médio diário de água referente a este mesmo ano;

b) Coeficiente da hora de maior consumo ( $K2$ ) – coeficiente de máxima vazão horária;

c) Coeficiente de mínima vazão horária ( $K3$ ).

Azevedo Netto et al. (1998), indicam que os valores usuais de  $K1$  e  $K2$  para projetos de sistemas públicos de abastecimento d'água são  $K1$  variando de 1,1 a 1,4 e  $K2$  de 1,5 a 2,3. Já a NBR 9.649 (ABNT, 1986) menciona que, na ausência de valores alcançados por meio de medições, é aconselhado o uso de  $K1 = 1,2$ ,  $K2 = 1,5$  e  $K3 = 0,5$  para projeto de sistemas de esgotamento sanitário.

#### **2.12.4 Taxa de infiltração**

Hanai e Campos (1997) dizem que, nos sistemas de esgotamento a infiltração subterrânea ocorre quando estes estão alocados abaixo do nível do lençol freático, sobretudo se o nível é alto de maneira natural, ou por conta das excessivas precipitações pluviométricas sazonais. Tsutyia e Sobrinho (2011) mencionam que, as águas de infiltração são subterrâneas provenientes do subsolo, que penetram de maneira indesejada nas canalizações da rede coletora por diversos meios, podendo ser através das tubulações defeituosas, por juntas mal executadas, pelas estruturas



dos poços de visita e das estações elevatórias, ou ainda, através das paredes das tubulações.

### **2.12.5 Declividade mínima**

A função da declividade mínima é de assegurar o deslocamento e o transporte dos sedimentos no sentido do fluxo do esgoto, garantindo assim que não fiquem depositadas impurezas no sistema (NUVOLARI, 2014). Portanto, a declividade a ser empregada deverá proporcionar uma tensão trativa média igual ou acima de 1,0 Pa (NBR 9649 - ABNT, 1986).

Visando garantir a autolimpeza das tubulações ao menos uma vez ao dia, a partir do início do plano, a declividade mínima que atende esta regra conforme NBR 9649 (ABNT, 1986), deve considerar um coeficiente de Manning com  $n = 0,013$ , já a CORSAN (2016), estabelece para seus projetos um coeficiente de rugosidade de  $n = 0,010$ , o qual segundo a norma deve ser justificado.

### **2.12.6 Lâmina d'água**

Os coletores, interceptores e emissários são projetados para trabalhar como condutos livres, em que a pressão atmosférica age na superfície hidráulica. Estabelecendo parâmetros diferentes daqueles das redes de água e linhas de recalque, em que são dimensionadas para atuar como conduto forçado, onde a pressão interna é maior que a atmosférica (NETTO; FERNÁNDEZ, 2015).

A NBR 9649 (ABNT, 1986) define que os coletores sejam projetados para realizar um trabalho com lâmina d'água de no máximo 75% do diâmetro da tubulação, e a parte superior dos condutos com destino a ventilação do sistema e às imprevisões e flutuações eventuais de nível. Tsutiya e Sobrinho (2011) dizem que o escoamento é

admitido em regime permanente e uniforme, em que a declividade da linha de energia é igual à declividade do conduto e equivale à perda de carga unitária.

### **2.12.7 Tensão trativa**

A tensão trativa é definida segundo Takahashi (1983), como sendo uma tensão tangencial que a parede do conduto sofre pelo escoamento do líquido. As tubulações são dimensionadas com o intuito de garantir que as condições de escoamento tenham um esforço tangencial mínimo entre a superfície do tubo e do líquido a ser escoado, gerando assim, uma autolimpeza da tubulação pelo menos uma vez ao dia (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

A NBR 9649 (ABNT, 1986) estabelece o valor de 1,0 Pascal para a tensão trativa, para que ocorra a autolimpeza dos tubos uma vez ao dia pelo menos, sendo esta suficiente para arrastar uma partícula com 1,0 mm de diâmetro (NUVOLARI, 2014).

### **2.12.8 Velocidade crítica e velocidade máxima**

Tsutiya (2000) menciona que, em caso de escoamento de esgoto, a noção da combinação água-ar é importante, especialmente quando a tubulação é disposta com grande declividade, pois dessa maneira, o grau de entrada de bolhas de ar na passagem poderá ser alto, aumentando a altura da lâmina de água. Este aumento pode alterar a forma do escoamento dentro do conduto livre, onde este poder ser

destruído devido as pressões geradas (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

#### **2.12.9 Controle de remanso**

Tsutiya e Sobrinho (2011) citam que, quando a cota do nível d'água na saída de algum poço de visita (PV) estiver acima das cotas dos níveis d'água de entrada, deve-se verificar a influência do remanso no trecho de montante, assegurando as condições de autolimpeza e de escoamento livre.

#### **2.12.10 Determinação das vazões de esgoto**

Após ser definido o caminho da rede, o alcance do plano e a estimativa das populações inicial e final deve ser determinado as vazões dos esgotos. Conforme Tsutiya e Sobrinho (2011), devem ser consideradas para a determinar a vazão de esgotos, parâmetros como a contribuição per capita, a população da área de projeto, coeficientes de vazão, coeficiente de retorno, lançamento de esgotos industriais na rede coletora e águas de infiltração.

### **3 METODOLOGIA**

Será apresentado neste capítulo os métodos de cálculo e parâmetros que serão considerados para o desenvolvimento do projeto de dimensionamento da rede de esgoto sanitário, baseando-se na planilha da CORSAN, para definir a sequência dos cálculos.

Portanto, o presente trabalho será desenvolvido de maneira analítica, com dados obtidos através da planilha adaptada da CORSAN, disponível no Anexo A, com resultados de pesquisas como: estudo populacional, levantamento de bacias hidrográficas, e a planta cartográfica da região obtida através do Plano Diretor Municipal. Será realizado um levantamento das bacias de drenagem e exutórios naturais da área em estudo, levantamento altimétrico (cota e distância entre pontos) para o traçado da rede a ser proposta, utilizando como ferramenta o software AutoCAD e, por meio de planilha de cálculo (software Excel), serão dimensionados os trechos de rede para a Micro Bacia do Arroio Barracão.

#### **3.1 Características da área de estudo**

O município de Guaporé situa-se na encosta superior do nordeste do Rio Grande do Sul, destacado na Figura 5 na cor vermelha, e está localizado na Serra Geral, possuindo um relevo bastante acidentado em uma área de 297,659 km<sup>2</sup>, com uma altitude máxima de 769 m e mínima de 200 m em relação ao nível do mar,

estando a uma distância de 210 km de Porto Alegre, capital do estado, onde seu principal acesso é feito pela RS 129.

Figura 5 – Mapa da localização do município de Guaporé no Rio Grande do Sul.



Fonte: PMSB (2017).

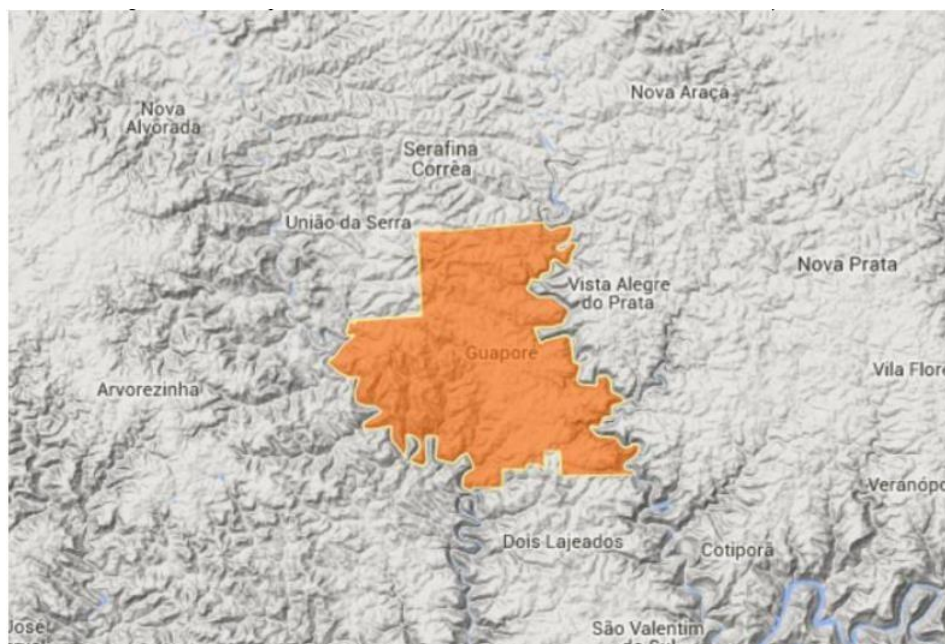
Em questão do regime climático, pode-se afirmar que os sistemas polares são os maiores dinamizadores do clima do estado, em conjunto com os sistemas tropicais. Contudo, por meio da relação destes com os fatores geográficos locais e regionais, é determinado a variabilidade dos elementos climáticos. A gênese das chuvas está ligada aos sistemas frontais.

### 3.2 Limites territoriais

Situado no Planalto Meridional, a cidade de Guaporé limita-se ao Norte, com Serafina Corrêa, Nova Bassano e União da Serra; ao Sul, com Dois Lajeados e Anta

Gorda; a Leste, com Vista Alegre do Prata e Fagundes Varela; e a Oeste com Arvorezinha, como visualiza-se na Figura 6.

Figura 6 – Limites territoriais do município de Guaporé/RS



Fonte: PMSB (2017).

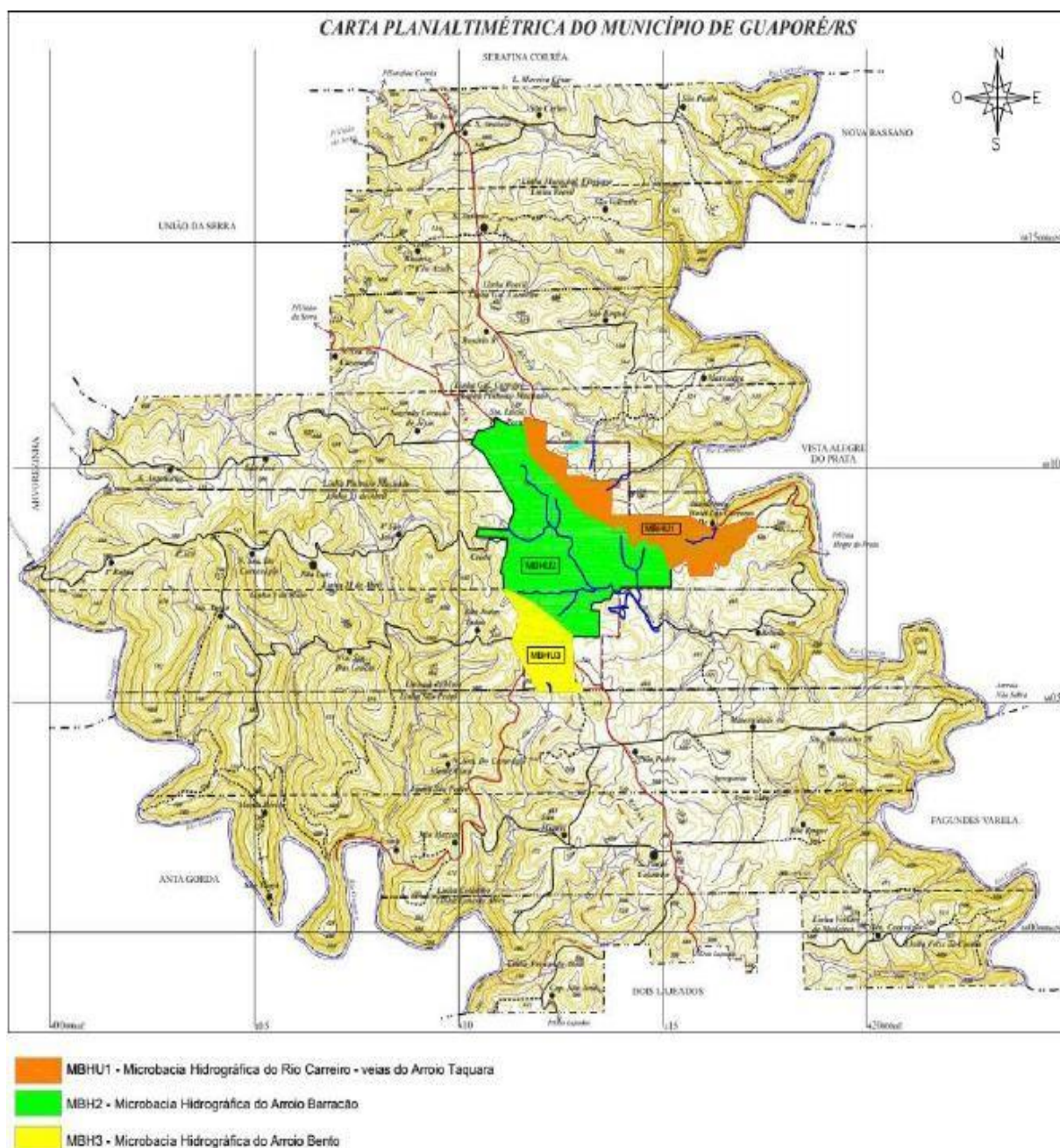
### 3.3 Bacias e sub bacias de contribuição

No Rio Grande do Sul, a bacia hidrográfica Taquari-Antas está situada na região nordeste, contendo uma área de 26.428 km<sup>2</sup>, contemplando 98 municípios, abrangendo de maneira total ou parcial, tornando-se assim, a segunda maior do Estado.

Guaporé pertence a Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas, e as sub bacias do Rio Carreiro e Rio Guaporé, localizada na região nordeste do Rio Grande do Sul, nas coordenadas -28°10'S e -29°57'S; -49°56'W e -52°38'W,

Para a realização do presente trabalho, foram obtidas as delimitações das sub-bacias hidrografias presentes no município de Guaporé, conforme Figura 7:

Figura 7 – Mapa de localização das microbacias área urbana do município de Guaporé/RS



Fonte: PMSB (2017).

Verifica-se no mapa (Figura 7) a existência de três microbacias, em que a MBHU1 possui nascentes correndo da parte urbana para a parte rural da cidade, confluindo com o Rio Carreiro, de grande importância para a região; a MBH2 tendo como recurso hídrico o Arroio Barracão, o qual tem as suas nascentes situadas na zona rural do município, recebendo aporte de água na zona urbana proveniente de



pequenas veias de água de afloramentos e que será o foco deste estudo; e a MBH3 tem nascentes de água que correm para o Arroio Bento, na área rural do município.

A zona urbana do município localiza-se dentro da microbacia do Arroio Barracão, local que é destinado para o crescimento urbano, disposição e tratamento de resíduos, bem como outras atividades licenciadas em que se enquadram com potencial poluidor elevado e degradação ambiental.

O município localiza-se entre duas sub bacias, com divisor de águas pela estrada – RS 129 e pela via férrea. A leste, a bacia do Rio Carreiro, abrange sete sub bacias, e na parte oeste, a bacia do Rio Guaporé envolve outras 6 sub bacias.

O rio Carreiro está localizado a leste do município fazendo divisa com Vista Alegre do Prata e Fagundes Varela, o qual recebe efluentes originários da zona urbana de Guaporé. Este rio possui vários afluentes, como os arroios Brasil Duvidoso, Taquara, Leão, Trajano e Barracão, sendo que os arroios Barracão e Taquara cortam a zona urbana do município.

Sobre a sub bacia Rio Guaporé, esta limita-se com Arvorezinha e Anta Gorda, onde seus principais afluentes são os, arroios Barraca, Bento, Bísparo e Tacangava.

### **3.4 Delimitação da área de estudo**

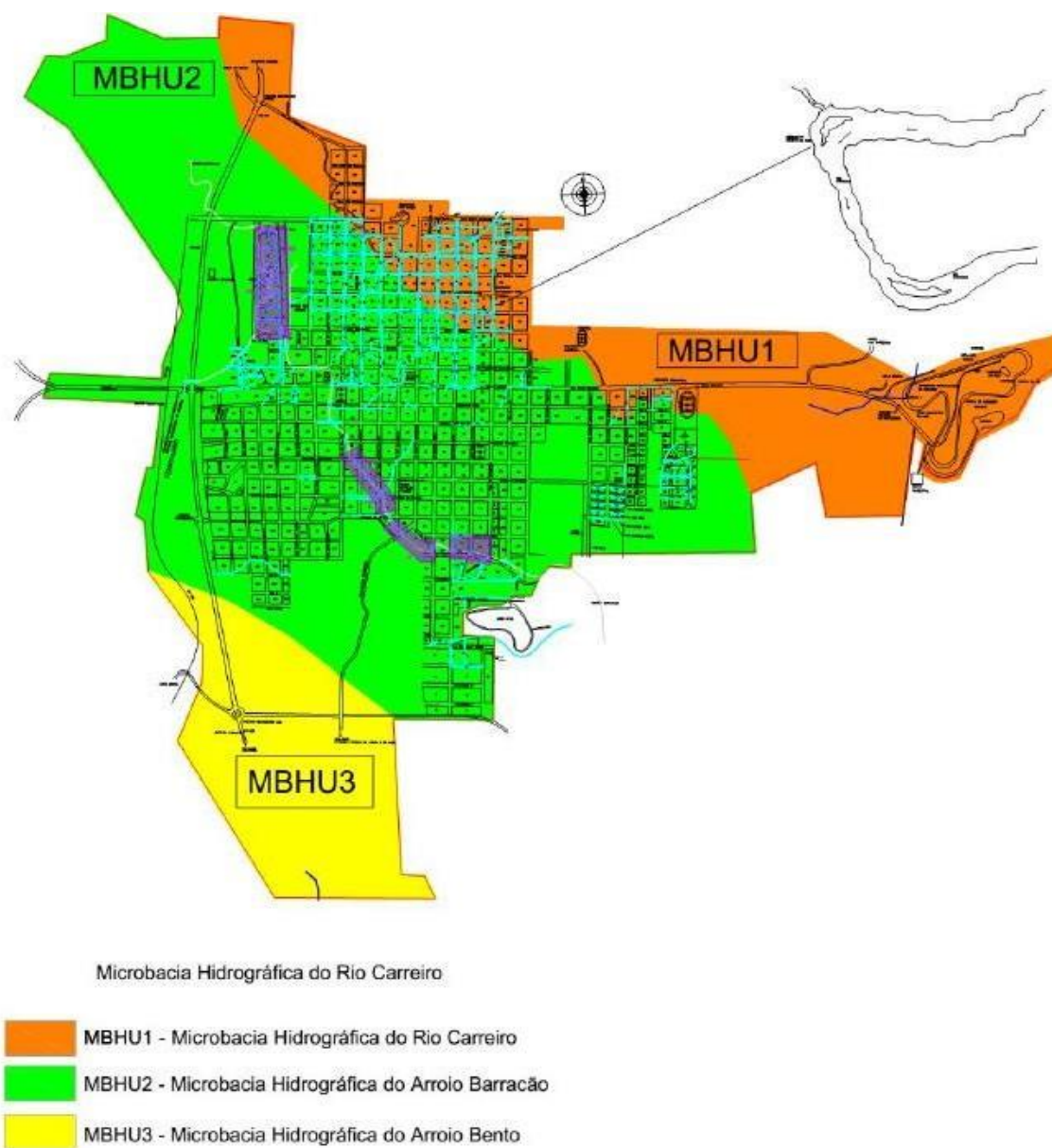
O arroio Barracão surge na Linha 5ª Pinheiro Machado, Capela São Judas, e seu percurso é de 3 km por dentro da cidade, do centro até o cemitério tendo distância de 2 Km e, do cemitério chegando até o Carreiro possuindo 8 Km de extensão. Em 1962, este arroio teve um trecho de sua distribuição canalizada na área urbana.

Nesta microbacia encontra-se quase toda sede urbana e população da cidade, portanto, o local fica preestabelecido para ocupação e eventual crescimento urbano, tendo em vista a topografia propícia para tanto.

Entende-se que para a definir as microbacias hidrográficas, é necessário ter por base as curvas de nível, considerando os divisores de águas, como é possível observar na Figura 8.



Figura 8 – Microbacias da área urbana do município de Guaporé/RS.



Fonte: PMSB (2017).

Portanto, o presente estudo terá foco na área delimitada em verde e nomeada MBHU2, pois é a área com maior densidade populacional do município e com maior índice de poluição.

### 3.5 Cálculo da população através do método aritmético

Essa metodologia é aplicada para estimativas de curto prazo e considera que a população apresente uma taxa de crescimento linear para os anos seguintes, por meio de dados conhecidos (VON SPERLING, 2005). Sendo calculado o incremento populacional nesse período, pela equação 01:

$$K_a = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} \quad (01)$$

Onde:

$K_a$  – Taxa constante;

$P$  – População futura (habitantes);

$P_1$  – População no último censo (habitantes);

$P_0$  – População no penúltimo censo (habitantes);

$t_1$  – Ano do último censo;

$t_0$  – Ano do penúltimo censo.

Com a determinação da taxa constante é possível realizar a projeção da população futura. Através da equação 2:

$$P = P_0 + K_a \cdot (t_1 - t_0) \quad (02)$$

Onde:

$K_a$  – Taxa constante;

$P$  – População futura (habitantes);

$P_1$  – População no último censo (habitantes);

$P_0$  – População no penúltimo censo (habitantes);

$t_1$  – Ano do último censo;

$t_0$  – Ano do penúltimo censo.

### 3.6 Cálculo da população por meio do método geométrico

Este método é utilizado para estimativas de curto prazo, em que a taxa de crescimento da população é proporcional com à população que existe num determinado período (VON SPERLING, 2005). Podendo ser representada pela equação 3:

$$K_g = \frac{\ln P_1 - \ln P_0}{t_1 - t_0} \quad (03)$$

A partir da determinação da taxa de crescimento se estima a população futura. A qual é obtida pela equação 4:

$$P = P_0 \cdot e^{K_g (t_1 - t_0)} \quad (04)$$

Onde:

$K_g$  – Taxa constante;

$P$  – População futura (habitantes);

$P_1$  – População no último censo (habitantes);

$P_0$  – População no penúltimo censo (habitantes);

$t_1$  – Ano do último censo;

$t_0$  – Ano do penúltimo censo.

### 3.7 Estimativa de consumo de água per capita (q)

De acordo com o manual de saneamento da FUNASA (2015), o valor de consumo de água per capita pode variar conforme o tamanho da população e o porte da comunidade. Essa relação pode ser verificada abaixo:

- População final até 6.000 habitantes: de 100 a 150 L/hab./dia;
- População final até de 6.000 até 30.000 habitantes: de 150 a 200 L/hab./dia;
- População final de 30.000 até 100.000 habitantes: de 200 a 250 L/hab./dia;
- População final acima de 100.000 habitantes: de 250 a 300 L/hab./dia.

### **3.8 Coeficiente de retorno (C)**

Determinado pela NBR 9649 (ABNT, 1986), o coeficiente de retorno é a relação média entre os volumes de esgoto gerado e de água consumida. Recomenda-se um valor de 0,8 para o coeficiente de retorno.

### **3.9 Determinação dos coeficientes de variação de vazão (K)**

Os coeficientes de variação de vazão são definidos pela NBR 9649 (ABNT, 1986), onde o coeficiente de máxima vazão diária ( $K_1$ ), corresponde ao dia que de maior consumo teoricamente, apontando um valor de 1,20. Para o coeficiente de máxima vazão horária ( $K_2$ ) a mesma norma estipula um valor de 1,50, sendo que este é o fator mais significativo a se considerar, pois refere-se à hora do dia que tenha o máximo consumo. Por fim, o coeficiente de mínima vazão horária ( $K_3$ ) que relaciona a vazão mínima com a média anual, tendo um valor recomendado de 0,5.

### **3.10 Vazões de dimensionamento**

Para realizar o dimensionamento de uma rede coletora é necessário a realização do cálculo das vazões de início e fim de plano, onde a capacidade que o coletor precisa atender é determinada pela vazão máxima de final de plano. E a vazão máxima horária em um dia qualquer (não se faz referência ao dia com maior consumo) do início de plano é usada para averiguar se as condições de autolimpeza do coletor são satisfatórias (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

a) Vazão de início de plano

Determina-se essa vazão através da equação 5:

$$Q_i = Q_{d,i} + Q_{inf,i} + Q_{c,i} \quad (05)$$

Onde:

$Q_i$  – Vazão de esgoto sanitário inicial (L/s);

$Q_{d,i}$  – Vazão doméstica de início de plano (L/s);

$Q_{inf,i}$  – Vazão de infiltração de início de plano (L/s).

$Q_{c,i}$  – Vazão concentrada de início de plano (L/s).

- Sendo a vazão doméstica de início de plano calculada conforme a equação 6:

$$Q_{d,i} = \frac{P_i \cdot q_i \cdot C \cdot K_2}{86400} \quad (06)$$

Onde:

$Q_{d,i}$  – Vazão doméstica inicial de plano (L/s);

$P_i$  – População inicial (habitantes);

$q_i$  – Consumo de água per capita inicial (L/hab.d);

$C$  – Coeficiente de retorno;

$K_2$  – Coeficiente de máxima vazão horária.

## b) Vazão de final de plano

Essa vazão é definida pela equação 7:

$$Q_f = Q_{d,f} + Q_{inf,f} + Q_{c,f} \quad (07)$$

Onde:

$Q_f$  – Vazão de esgoto sanitário final (L/s);

$Q_{d,f}$  – Vazão doméstica de final de plano (L/s);

$Q_{inf,f}$  – Vazão de infiltração de final de plano (L/s);

$Q_{c,f}$  – Vazão concentrada de final de plano (L/s).

- A vazão doméstica de final de plano é obtida através da equação 8:

$$Q_{d,f} = \frac{P_f \cdot q_{e,f} \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \quad (08)$$

Onde:

$Q_{d,f}$  – Vazão doméstica final de plano (L/s);

$P_f$  – População final (habitantes);

$q$  – Consumo de água per capita final (L/hab./d);

$C$  – Coeficiente de retorno;

$K_1$  – Coeficiente de máxima vazão diária;

$K_2$  – Coeficiente de máxima vazão horária.

### 3.11 Taxa de infiltração

A NBR 9649 (ABNT, 1986), adverte para a utilização de 0,05 a 1,0 L/s.km de taxa de infiltração para redes coletoras de esgotos. De acordo com as diretrizes de projeto da CORSAN (2016), a companhia aplica para seus dimensionamentos de projetos a taxa de infiltração mínima que é de 0,05 L/s.km. Sendo justificada conforme condições locais como: caracterização do subsolo, altura do nível de água do lençol freático, tipo de junta utilizada, tipo de material da tubulação, utilizada e a qualidade da execução da rede.

### 3.12 Taxa de contribuição linear

a) Taxa de contribuição linear para o início do projeto

Para definir essa taxa, deve-se considerar a taxa de infiltração, como mostra a equação 9:

$$t_i = \frac{Q_{d,i}}{\Sigma L} + t_{inf} \quad (09)$$

Onde:

$t_i$  – Taxa de contribuição inicial de projeto (L/s.m);

$Q_{d,i}$  – Vazão doméstica inicial de plano (L/s);

$\Sigma L$  – Comprimento total da rede coletora (m);



$t_{inf}$  – Taxa de contribuição (L/s.m).

b) Taxa de contribuição linear para final de projeto

A taxa de contribuição linear de final de projeto, também deve ser calculada levando em conta a taxa de infiltração, como na equação 10:

$$t_f = \frac{Q_{d,f}}{\Sigma_L} + t_{inf} \quad (10)$$

Onde:

$t_f$  – Taxa de contribuição final de projeto (L/s.m);

$Q_{d,f}$  – Vazão doméstica final de plano (L/s);

$\Sigma_L$  – Comprimento total da rede coletora (m);

$t_{inf}$  – Taxa de contribuição (L/s.m).

### 3.13 Determinação das vazões mínimas por trechos de rede

Nos casos em que inexistir dados pesquisados, comprovados com devida procedência a NBR 9649 (ABNT, 1986), recomenda o uso da vazão mínima de 1,5 L/s para cada trecho.

### 3.14 Diâmetro mínimo

A NBR 9649 (ABNT,1986) sugere que as redes de esgotos não devem possuir diâmetros inferiores a DN 100 mm, contudo a CORSAN utiliza em suas redes tubos de PVC com diâmetro mínimo de DN 150 mm.

### 3.15 Declividade mínima

Por determinação da NBR 9649 (ABNT, 1986) a declividade mínima para um coeficiente de Manning  $n = 0,013$ , é calculada conforme a equação 11:

$$I_{\min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (11)$$

Onde:

$I_{\min}$  – Declividade mínima (m/m);

$Q_i$  – Vazão inicial (L/s).

Já com coeficiente de Manning  $n = 0,010$  para PVC a declividade mínima é determinada através da equação 12:

$$I_{\min} = 0,006122 \cdot Q_i^{-\left(\frac{6}{13}\right)} \quad (12)$$

Em que:

$I_{\min}$  – Declividade mínima (m/m);

$Q_i$  – Vazão inicial (L/s).

### 3.16 Declividade máxima

Tsutiya e Sobrinho (2011) destacam que, a declividade máxima admissível é aquela que tenha uma velocidade final igual a 5,0 m/s para a vazão final de plano, podendo ser calculada pela equação 13:

$$I_{\max} = 4,65 \cdot Q_f^{-0,67} \quad (13)$$

Em que:

$I_{\max}$  – Declividade máxima (m/m);

$Q_f$  – Vazão de jusante do trecho no final do plano (L/s).

### 3.17 Lâmina d'água

Os diâmetros que acatam o resultado  $Y/D = 0,75$ , são calculados através das equações 14 e 15, respectivamente para tubos ferro fundido e PVC, onde seus coeficientes podem ser obtidos no Anexo B e Anexo C.

$$D = (0,0463 \cdot \frac{Q_f}{\sqrt{I}})^{0,375} \quad (14)$$

$$D = (0,0283 \cdot \frac{Q_f}{\sqrt{I}})^{0,375} \quad (15)$$

Onde:

D – Diâmetro (m);

$Q_f$  – Vazão no final de plano (L/s);

I – Declividade (m/m).

Não se limita a lâmina d'água mínima, por conta do critério de tensão trativa assegurar a autolimpeza nas tubulações de esgoto (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

### 3.18 Verificação de tubulações

Em 1981 o engenheiro irlandês R. Manning elaborou a fórmula mais conhecida até hoje para dimensionamento de condutos livres, onde os sistemas devem considerar que os dutos são canais circulares e condutos livres. A fórmula de Manning para as seções de tubulações é calculada através da equação 16:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (16)$$

Sendo:

V – Velocidade média na seção (m/s);

n – Coeficiente de Manning;

$R_H$  – Raio hidráulico (m);

I – Declividade (m/m).

### 3.19 Determinação do raio hidráulico em função de Y/D

Após encontrar o valor da lâmina líquida, passa-se para a Tabela 4, a qual auxilia para a determinação do raio hidráulico em função de Y/D.

Tabela 4 – Raio hidráulico Y/D

Y/D	Beta = RH/D
0,025	0,016
0,050	0,033
0,075	0,048
0,100	0,064
0,125	0,079
0,150	0,093
0,175	0,107
0,200	0,121
0,225	0,134
0,250	0,147
0,300	0,171
0,350	0,194
0,400	0,215
0,450	0,234
0,500	0,250
0,550	0,265
0,600	0,278
0,650	0,288
0,700	0,297
0,750	0,302
0,775	0,304
0,800	0,304
0,825	0,304
0,850	0,304
0,875	0,301
0,900	0,299
0,925	0,294
0,950	0,287
0,975	0,277
1,000	0,250

Fonte: Tsutiya e Sobrinho (2000).

### 3.20 Raio hidráulico

O raio hidráulico é determinado pela relação entre a área molhada e o perímetro molhado. Sendo determinado pela equação 17:

$$R_H = \frac{A}{P}$$

(17)

Em que:

$R_h$  – Raio Hidráulico;

$A$  – Área molhada ( $m^2$ );

$P$  – Perímetro molhado (m).

### 3.21 Tensão trativa

A tensão trativa pode ser definida pela equação 18:

$$\sigma_t = \gamma \cdot R_H \cdot I \quad (18)$$

Em que:

$\sigma_t$  – Tensão trativa ( $kgf/m^2$ );

$\gamma$  – Peso específico ( $kgf/m^3$ );

$R_H$  – Raio hidráulico (m);

$I$  – Declividade (m/m).

### 3.22 Velocidade crítica e velocidade máxima

Calcula-se a velocidade crítica de cada trecho e compara-se com sua velocidade final. Seguindo critérios estabelecidos pela NBR 9649 (ABNT, 1986), se a velocidade final apurada no alcance do projeto, for maior que a velocidade crítica, a lâmina d'água deve ocupar somente 50% do diâmetro do coletor. Esta medida é

adotada em consequência da probabilidade da emulsão de ar no líquido que aumenta a área molhada no conduto. Mas, é necessário ressaltar que a norma indica que a declividade máxima aceitável é a correspondente à velocidade final de 5,0 m/s. (ABNT, 1986). Portanto calcula-se conforme a equação 19:

$$V_C = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H} \quad (19)$$

Em que:

$g$  – Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);

$R_h$  – Raio Hidráulico para a vazão final (m).

### 3.23 Controle de remanso

Verifica-se a influência do remanso no trecho de montante através da equação 20:

$$H = h_j - h_m \quad (20)$$

Sendo:

$H$  – Desnível entre a lâmina da tubulação de entrada mais baixa e a tubulação de saída;

$h_j$  – Cota da lâmina d'água da tubulação de entrada mais baixa no PV.

$h_m$  – Cota da lâmina d'água da tubulação de saída do PV.



### **3.24 Estações de tratamento de esgoto**

São um conjunto de técnicas associadas às unidades de tratamento, com a finalidade de remover os poluentes dos esgotos, os quais podem causar uma deterioração da qualidade dos corpos d'água. Nas estações de tratamento, são realizadas operações e processos que promovem a separação dos poluentes em suspensão e a água a ser despejada no corpo receptor, fazendo o condicionamento dos resíduos retidos (BARATTA, 2004).

### **3.25 Estimativa de custo da rede coletora de esgoto**

O grau de urbanização é um fator que pode influenciar diretamente nos custos das redes, podendo encontrar interferências, como: redes de drenagem, redes de distribuição de água, redes telefônicas e elétrica e travessias (de rodovias, ferrovias e córregos) entre outros casos particulares, além dos custos adicionais de recomposição de calçadas e asfalto. Outro fator é o tipo do solo em que as redes serão inseridas, onde para cada solo existem diferentes tecnologias de execução, influenciando diretamente nos custos (PACHECO, 2011).

Conforme estipulado por Pacheco (2011), para implantação de uma rede coletora de esgoto em casos onde o solo é desfavorável e existe uma alta urbanização, seu custo ao metro linear é de R\$ 307,03 para rede com tubulação de diâmetro 150 mm e para diâmetro de 200 mm é de R\$ 336,39.

## **4 RESULTADOS E DISCUSÕES**

Neste capítulo se dará a realização de todo o processo de cálculos e resultados do traçado da rede coletora de esgoto na bacia do Arroio Barracão, este traçado disponível no Anexo D, que foi projetado para a área central da cidade de Guaporé-RS, a planilha com todos os cálculos pode ser verificada no Anexo E. Para delimitar a área de estudo e projeto foi realizada a análise populacional por bairro, bem como as curvas de níveis da cidade, tudo isso para que o projeto seja viável técnica e economicamente. O dimensionamento da rede coletora precisa atender a vazão inicial e final de projeto, em que seu sistema de coleta será do tipo separador absoluto, orientado em função das condições de escoamento por gravidade.

### **4.1 Estatísticas censitárias**

No estudo, foi utilizado a tabela que disponibiliza o crescimento populacional por bairro nos anos de 2000 e de 2010, disponível nos dados Censitários do IBGE, estando estes dispostos na Tabela 5, e por meio de uma análise da densidade demográfica realizou-se a delimitação da área em que a rede de esgoto irá abranger, consequentemente esta área coincidiu com o bairro centro da cidade. Este bairro foi escolhido por possuir a maior população da cidade, e por conta de que a execução de um sistema de coletor absoluto normalmente se limita a locais com mais população.

Tabela 5 – Dados censitários por bairros para Guaporé/RS

Bairro	2000	2010
Canecão	724	907
Centro	3332	3757
Ferrovário	178	253
Imaculada Conceição	1442	1704
Nossa Senhora da Paz	1295	1419
Nossa Senhora da Saúde	1315	1556
Pinheirinho	1682	2009
Planalto	2471	2933
São Cristóvão	2214	3027
São José	1257	1349
Santo André	1542	1700
Total	17.452	20.614

Fonte: IBGE - Censo Demográfico, 2000, 2010.

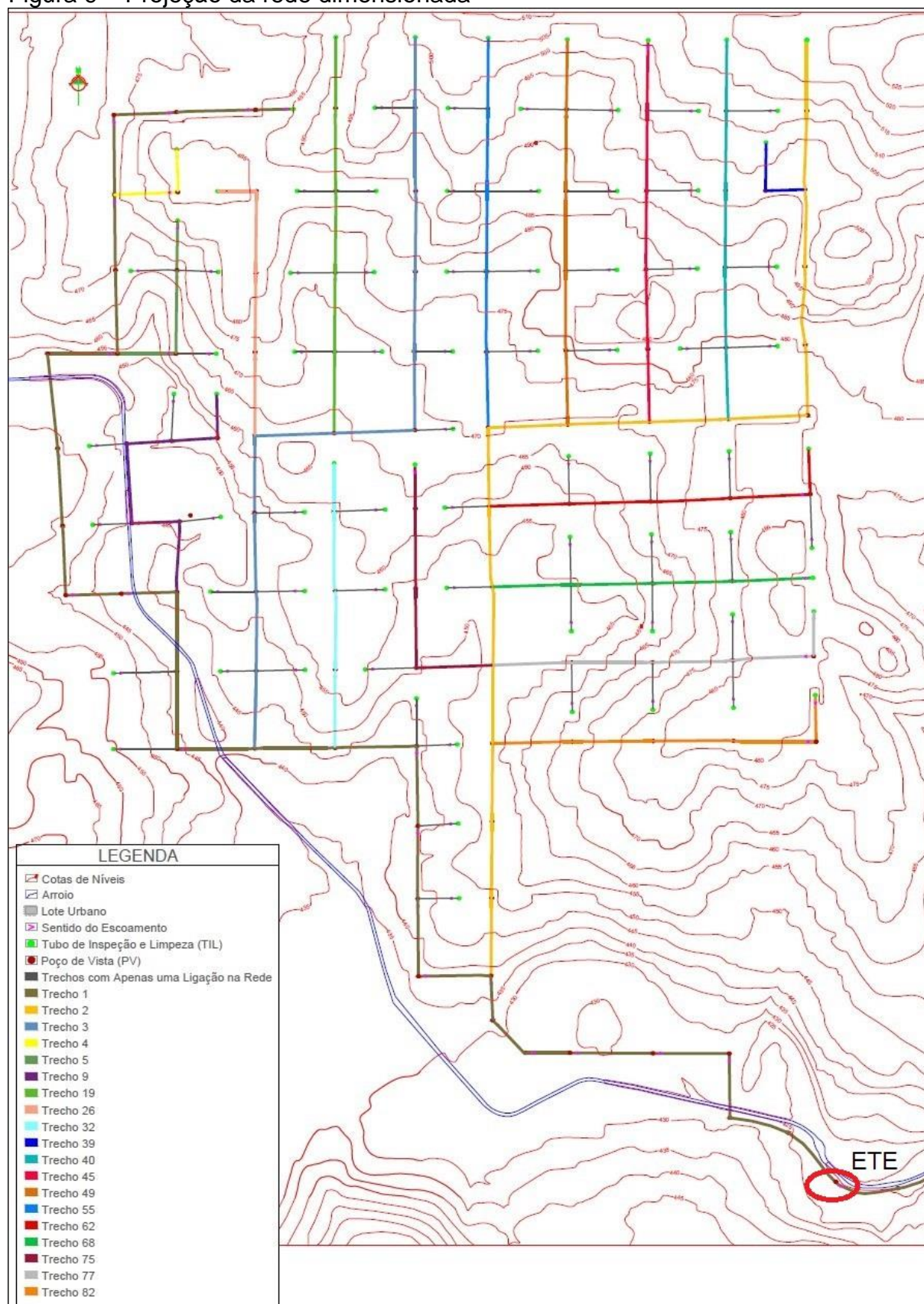
Através destes dados censitários foi possível realizar a projeção populacional da área central de Guaporé para 20 anos, por meio dos métodos aritmético e geométrico. O método aritmético, com projeção de 4.990 habitantes e o geométrico com 5.322 habitantes. Portanto, o estudo de concepção realizou a projeção do sistema utilizando o dado de 5.322 habitantes como sendo a projeção populacional crítica até o ano de 2039.

A partir da projeção populacional e da análise das cartas topográficas do município foi efetuado o levantamento da área em que a rede coletora irá abranger.

## 4.2 Traçado da rede coletora de esgoto

O sistema foi dividido em 82 trechos, com extensão total de 17.072 metros, onde os que possuem mais que uma ligação, foram destacados com cores diferentes e devidamente identificados para facilitar a sua visualização, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 9 – Projeção da rede dimensionada



Fonte: Autor, (2019).

A rede foi dimensionada com três trechos principais, que recebem as contribuições das ligações secundárias e destinam até a Estação de Tratamento do Esgoto (ETE). Definindo em seguida que nos 82 pontos iniciais da rede seriam instalados Tubos de Inspeção e Limpeza (TIL), pelo motivo da vazão de esgoto ser baixa nesses pontos, tornando-se viável a sua instalação por questões econômicas, pois permitem apenas a introdução de equipamentos de limpeza. Enquanto que nos 108 pontos das ligações centrais serão instalados Poços de Visitas (PV), em razão da vazão de esgoto ser maior nesses pontos, podendo acarretar em obstruções da rede, neste caso seu uso é mais recomendado, pois permitem à execução de trabalhos e manutenções da rede.

A extensão mínima de um trecho foi de 50,93 m e a extensão máxima de 134,15 m. As extensões que excederam os 100,0 m devem-se a projeção arquitetônica da cidade, pois foi definido a instalação de pontos de inspeção em inícios de trechos e a cada fim de quadra. Foi definido que a profundidade padrão da rede seria a mínima permitida pela NBR 9649, que é de 0,90 m, visando a questão econômica para a instalação.

O diâmetro adotado para a maior parte da rede foi de 150 mm, correspondendo à 96,3% dos pontos, e a partir do trecho 1-24, o diâmetro necessitou ser aumentado para 200 mm, correspondente a 3,7 % dos trechos, para que desta maneira atendesse as vazões de esgoto e que a lâmina líquida, que está associada a manutenção do sistema como conduto livre, não ultrapassasse os 75%, garantindo a autolimpeza das tubulações. Já a taxa de contribuição linear calculada para a rede é de 0,001139 L/s.m.

### **4.3 Análise dos trechos**

O trecho 1 é o um dos três principais da rede, onde inicia na cota 485,10 m e termina na cota 419,20 m, sendo o maior trecho totalizando uma extensão de 2.953,75 m. Ao analisar o trecho 1-1, verifica-se que ao multiplicar a taxa de contribuição linear de esgoto pela distância é possível obter a contribuição de esgoto para o trecho no

valor de 0,0615 L/s. A vazão inicial do trecho à montante é igual a zero, por se tratar de início de rede. Já a vazão jusante do trecho é a soma da vazão montante com a contribuição do trecho, que resulta no valor de 0,0615 L/s, por se tratar de início de trecho, este valor se iguala a contribuição dele.

Por ser o principal trecho da rede que destina o esgoto até os interceptores, o trecho 1 recebe a contribuição de vazão de todos os pontos seja diretamente ou por contribuição dos outros trechos, chegando a uma vazão de 19,37 L/s ao final da rede, como pode ser visto na Tabela 6. No trecho 1-24 o diâmetro necessitou ser aumentado para 200 mm, para atender a vazão de esgoto, e para que a lâmina líquida não ultrapassasse os 75%, desta forma garantindo a autolimpeza das tubulações.

A declividade do terreno calculada ficou em alguns pontos do trecho com valores negativos, como pode ser visto na Tabela 6, devido as condições do terreno serem irregulares, o que é bastante comum em cidades de serra. Por causa desse fator necessita-se aprofundar mais os coletores da rede para atender a declividade mínima de 0,005 m/m estabelecido pela NBR 9649, garantindo assim a escoamento da vazão. Sendo necessário aprofundar mais do que 5,0 m em seis pontos do trecho 1, em que a profundidade mais crítica foi de 7,20 m nos entroncamentos dos trechos 1- 16, 32-4 e 1-17, como pode ser visto na Figura 11.

Tabela 6 – Levantamento dos principais dados dos trechos 1

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
1-1	0,0615	150	0,1019	479,60	0,90	0,1019
1-2	0,1893	150	0,0080	478,70	1,20	0,0107
1-3	0,2906	150	0,0821	471,40	0,90	0,0787
1-4	0,4201	150	-0,0282	474,60	5,10	0,0088
1-5	0,7132	150	0,0476	469,50	0,90	0,0084
1-6	0,8483	150	0,1399	452,90	0,90	0,1399
1-7	1,4789	150	0,0020	452,70	1,20	0,0050
1-8	1,6317	150	-0,0201	455,40	4,60	0,0052
1-9	1,7461	150	0,0120	454,20	3,90	0,0050
1-10	1,8585	150	0,0466	449,60	0,90	0,0162
1-11	1,9485	150	0,0835	443,00	0,90	0,0835
1-12	2,0384	150	-0,0621	447,90	6,20	0,0051
1-13	2,9347	150	0,0292	444,60	3,50	0,0053
1-14	3,1620	150	-0,0182	446,60	6,10	0,0055
1-15	3,3900	150	0,0481	441,30	1,35	0,0050
1-16	6,9835	150	-0,0464	446,60	7,25	0,0053
1-17	7,7396	150	0,0138	445,00	6,25	0,0052
1-18	8,0114	150	0,0220	442,50	4,35	0,0053
1-19	8,1943	150	-0,0029	442,80	5,20	0,0053
1-20	8,3864	150	0,0471	437,60	0,90	0,0082
1-21	8,5040	150	-0,0078	438,40	2,3	0,0058
1-22	18,5592	150	0,1013	432,00	0,90	0,0791
1-23	18,6336	150	0,0551	428,40	0,90	0,0551
1-24	18,7057	200	-0,0076	429,10	1,95	0,0055
1-25	18,8400	200	0,0383	425,30	0,90	0,0233
1-26	18,9634	200	-0,0245	427,70	3,85	0,0051
1-27	19,0676	200	0,0186	428,20	4,85	0,0055
1-28	19,1657	200	0,0295	425,50	2,60	0,0052
1-29	19,2639	200	0,0035	420,40	0,90	0,0394
1-30	19,3697	200	0,0453	419,50	0,90	0,0129

Fonte: Autor, (2019).



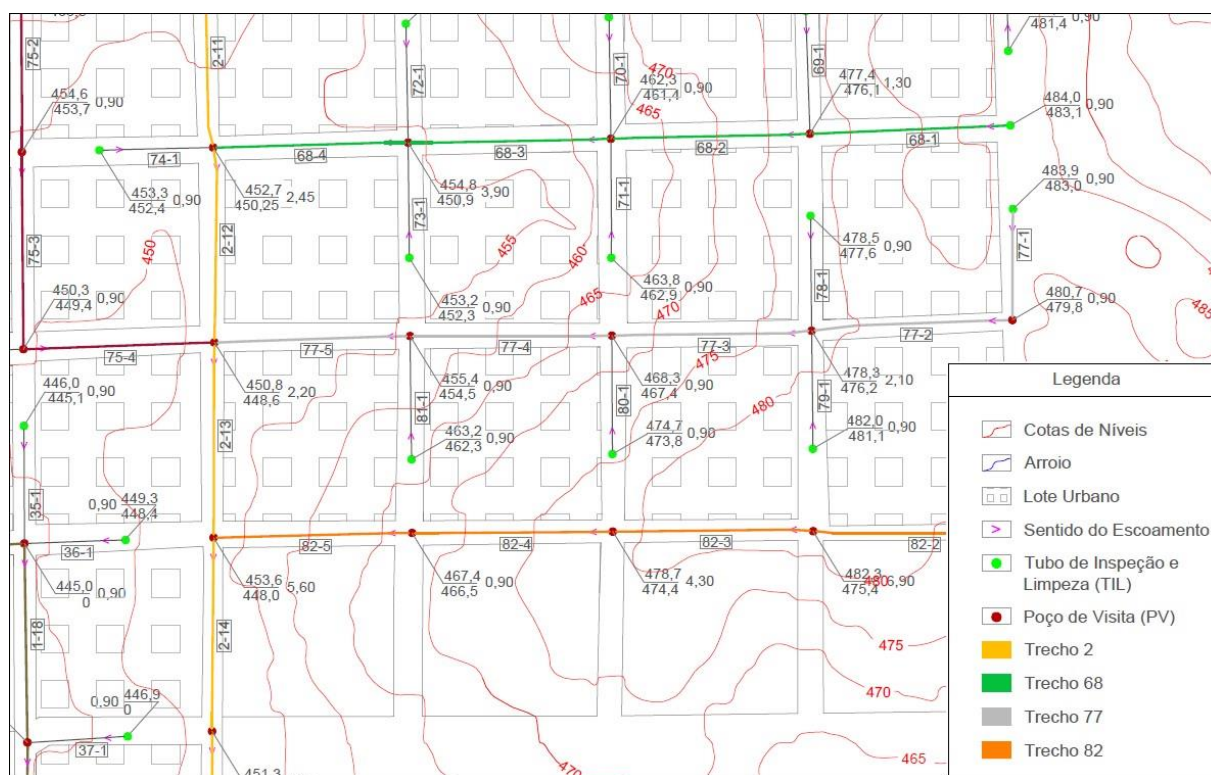




Já o trecho 2 inicia na cota 517,40 m e termina na 438,40 m, onde percorre uma extensão de 1.767 m, sendo o segundo maior em extensão. A maior vazão é ao final do trecho 2-16, com valor de 9,98 L/s. Em toda sua extensão o diâmetro utilizado foi o de 150 mm.

Nesse trecho a declividade do terreno calculada ficou negativa em quatro pontos, como pode ser analisado na Tabela 7. Sendo necessário ao ponto 2-13 aprofundar mais que 5,0 m, o qual faz entroncamento com o trecho 82-5, chegando a uma profundidade de 5,60 m. Nos demais trechos com declividade negativa o aprofundamento não ultrapassou os 3,25 m, como pode ser visto na Figura 12.

Figura 11 – Detalhamento de alguns pontos do trecho 2, 68, 77 e 82 da rede de esgoto



Fonte: Autor, (2019).

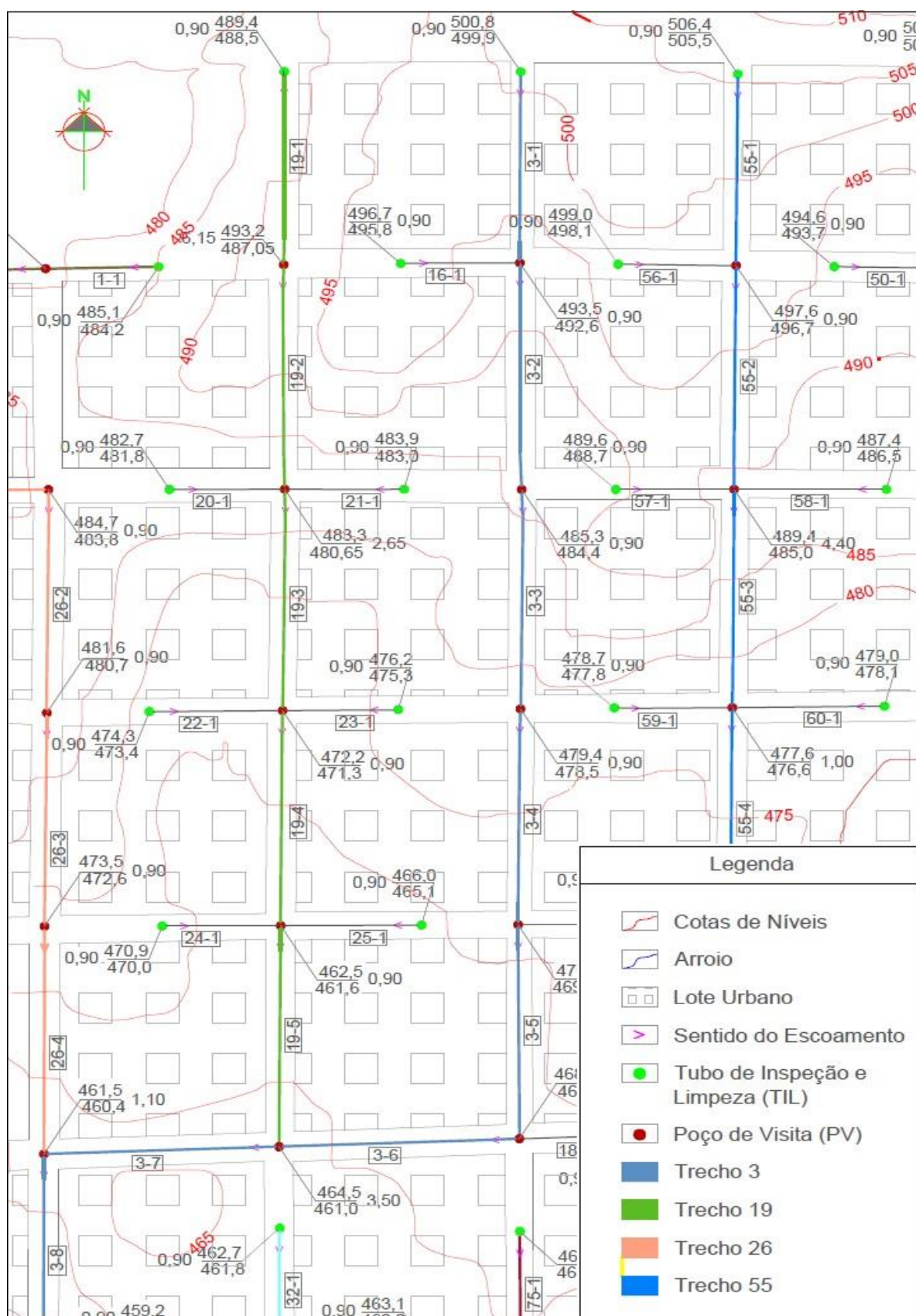
Tabela 7 – Levantamento dos principais dados dos trechos 2

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
2-1	0,1148	150	0,0952	507,80	0,90	0,0952
2-2	0,2422	150	0,1100	495,50	1,40	0,1145
2-3	0,5088	150	-0,0091	496,50	3,25	0,0077
2-4	0,6357	150	0,1455	480,30	0,90	0,1244
2-5	0,7493	150	-0,0030	480,60	1,75	0,0055
2-6	0,8783	150	0,0345	476,70	0,90	0,0269
2-7	1,9433	150	0,0466	471,50	0,90	0,0466
2-8	2,9431	150	0,0164	469,60	0,90	0,0164
2-9	4,1005	150	-0,0080	470,50	2,40	0,0053
2-10	5,3005	150	0,0965	459,70	1,85	0,0916
2-11	6,4136	150	0,0612	452,70	2,45	0,0665
2-12	7,4443	150	0,0171	450,80	2,20	0,0148
2-13	9,0078	150	-0,0251	453,60	5,60	0,0054
2-14	9,7329	150	0,0208	451,30	3,85	0,0050
2-15	9,8572	150	0,0178	449,36	2,50	0,0054
2-16	9,9832	150	0,1013	438,40	2,30	0,0995

Fonte: Autor, (2019).

O terceiro trecho principal da rede pode ser visto na Figura 13, e possui extensão total de 1.230,25 m, e sua cota inicia em 500,80 m e finaliza em 441,30 m. A maior vazão desse trecho é no ponto 3-11, com 3,46 L/s, podendo ser visto na Tabela 8. No trecho 3 a declividade do terreno colaborou, sem a necessidade da realização de aprofundamentos excessivos, e em quase sua totalidade ficou com profundidade padrão de 0,90 m, e seu ponto com maior profundidade foi a 4,35 m no trecho 3-10 com entroncamento com os trechos 30-1 e 31-1.

Figura 12 - Detalhamento de alguns pontos do trecho 3, 19, 26 e 55 da rede de esgoto



Fonte: Autor, (2019).

Tabela 8 – Levantamento dos principais dados dos trechos 3

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
3-1	0,1140	150	0,0729	493,50	0,90	0,0729
3-2	0,3141	150	0,0691	485,30	0,90	0,0691
3-3	0,4450	150	0,0513	479,40	0,90	0,0513
3-4	0,5737	150	0,0779	470,60	0,90	0,0779
3-5	0,7630	150	0,0178	468,60	0,90	0,0178
3-6	0,9555	150	0,0357	464,50	3,50	0,0583
3-7	2,1294	150	0,0267	461,50	1,10	0,0053
3-8	2,7132	150	0,0749	453,30	0,90	0,0730
3-9	2,9205	150	0,0152	451,60	3,60	0,0394
3-10	3,2009	150	0,0284	448,40	4,35	0,0350
3-11	3,4634	150	0,0644	441,30	1,35	0,0372

Fonte: Autor, (2019).

No trecho 9, que tem início na cota 463,00 m e termino na 447,90 m, percorrendo uma extensão de 439,75 m, podendo ser visualizado na Figura 11. Há dois pontos onde a declividade do terreno ficou negativa, sendo eles os trechos 9-5 e 9-6, com valor de -0,0148 m/m e -0,0209 m/m respectivamente, e o trecho que ficou mais negativo teve que ser aprofundado em 6,20 m, podendo ser verificado na Tabela 9.

Tabela 9 – Levantamento dos principais dados dos trechos 9

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
9-1	0,0710	150	0,1252	455,20	0,90	0,1252
9-2	0,1458	150	0,0701	450,60	2,65	0,0967
9-3	0,2937	150	0,0142	449,70	2,45	0,0110
9-4	0,4459	150	0,0609	444,80	0,90	0,0417
9-5	0,5862	150	-0,0148	445,80	2,35	0,0066
9-6	0,7674	150	-0,0209	447,90	6,20	0,0174

Fonte: Autor, (2019).

O trecho 19, que pode ser visto na Figura 13, inicia na cota 489,40 m e termina na 464,50 m, e sua extensão é de 563,05 m. A declividade da tubulação usada ficou com a mínima em dois pontos, para atender as condições de escoamento da rede,

podendo ser observado na Tabela 10. No trecho 19-1 foi necessário a realização do aprofundamento da rede em 6,15 m, por conta das condições do terreno.

Tabela 10 – Levantamento dos principais dados dos trechos 19

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
<b>19-1</b>	0,1152	150	<b>-0,0376</b>	493,20	6,15	0,0143
<b>19-2</b>	0,2492	150	0,0841	483,30	2,65	0,0544
<b>19-3</b>	0,5090	150	0,0958	472,20	0,90	0,0807
<b>19-4</b>	0,7729	150	0,0861	462,50	0,90	0,0861
<b>19-5</b>	1,0459	150	<b>-0,0173</b>	464,50	3,50	0,0052

Fonte: Autor, (2019).

O trecho 32 não teve declividade negativa, porém teve dois pontos que excederam os 5,00 m de profundidade, podendo ser visto na Tabela 11, para atender a tensão trativa mínima estipulada pela NBR 9649 que é de 1,0 Pa. Este trecho pode ser visualizado na Figura 14.

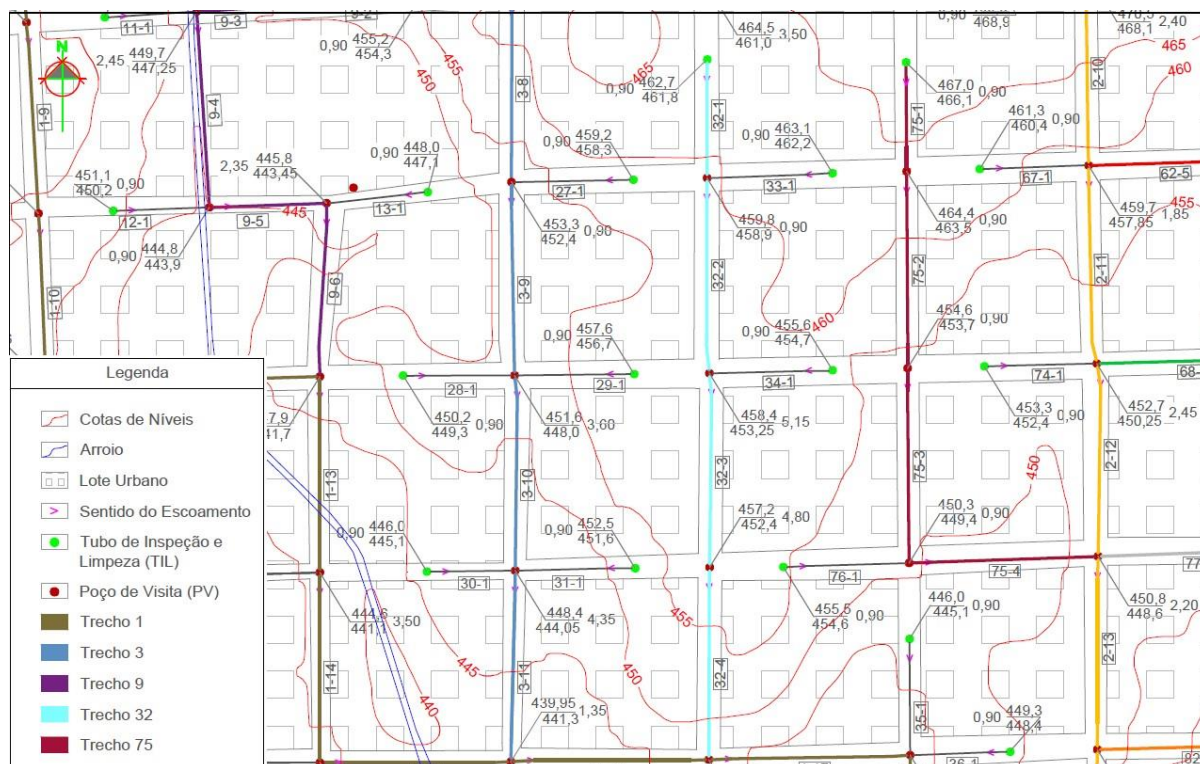
Tabela 11 – Levantamento dos principais dados dos trechos 32

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
<b>32-1</b>	0,0778	150	0,0424	459,80	0,90	0,0424
<b>32-2</b>	0,2887	150	0,0124	458,40	5,15	0,0501
<b>32-3</b>	0,4973	150	0,0107	457,20	4,80	0,0076
<b>32-4</b>	0,6237	150	0,0955	446,60	7,25	0,1176

Fonte: Autor, (2019).



Figura 13 - Detalhamento de alguns pontos do trecho 2, 3, 32 e 75 da rede de esgoto



Fonte: Autor, (2019).

O trecho 45 possui cinco pontos, em que quatro deles tem a profundidade do coletor à 0,90 m, e o 45-4 precisou ser aprofundado a 2,85 m, ficando com uma declividade da tubulação usada de 0,0066, sendo esta um pouco acima da mínima para atender a tensão trativa neste ponto, podendo ser visto na Tabela 12.

Tabela 12 – Levantamento dos principais dados dos trechos 45

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
45-1	0,1144	150	0,0466	500,50	0,90	0,0468
45-2	0,3271	150	0,0774	491,70	0,90	0,0774
45-3	0,5374	150	0,0744	483,40	0,90	0,0744
45-4	0,7502	150	-0,0105	484,60	2,85	0,0066
45-5	0,8677	150	0,1270	471,50	0,90	0,1081

Fonte: Autor, (2019).

Na Tabela 13 pode ser visto que os trechos 26 e 49 foram os que menos necessitaram de aprofundamento do coletor, sendo que o ponto com maior aprofundamento do trecho 26 foi a 1,10 m, e no trecho 49 foi a 1,00 m, e os demais pontos ficaram com a profundidade mínima de 0,90 m, tornando sua execução mais fácil.

Tabela 13 – Levantamento dos principais dados dos trechos 26 e 49

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
26-1	0,0626	150	0,0619	484,70	0,90	0,0619
26-2	0,1958	150	0,0265	481,60	0,90	0,0265
26-3	0,3231	150	0,0725	473,50	0,90	0,0725
26-4	0,4590	150	0,1006	461,50	1,10	0,1023
49-1	0,1137	150	0,1132	492,30	0,90	0,1132
49-2	0,4026	150	0,0346	488,30	0,90	0,0346
49-3	0,6140	150	0,0718	480,20	0,90	0,0718
49-4	0,8268	150	0,0053	479,60	1,00	0,0061
49-5	1,0286	150	0,0957	469,60	0,90	0,0947

Fonte: Autor, (2019).

O trecho 55 teve algumas variações na profundidade do coletor, chegando a 4,40 m no entroncamento do trecho 55-2 com o 56-1, mas ficou abaixo da profundidade máxima, tornando possível sua execução, podendo ser verificado na Tabela 14.

Tabela 14 – Levantamento dos principais dados dos trechos 55

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
55-1	0,1142	150	0,0878	497,60	0,90	0,0878
55-2	0,3120	150	0,0699	489,40	4,40	0,0998
55-3	0,5894	150	0,1033	477,60	1,00	0,0735
55-4	0,8666	150	0,0377	473,30	0,90	0,0368
55-5	1,0726	150	0,0259	470,50	2,40	0,0398

Fonte: Autor, (2019).

O trecho 62, é o que possui apenas um ponto em que a profundidade do coletor ficou a 0,90 m sendo ele o ponto 62-4, e os demais com profundidade variando de 1,85 m até 2,95 m, podendo ser visto na Tabela 15. A declividade do terreno calculada ficou negativa em dois pontos, sendo o trecho em que a declividade da tubulação ficou a 0,0057 m/m e a profundidade do coletor ficou a 1,85 m.

Tabela 15 – Levantamento dos principais dados dos trechos 62

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
62-1	0,0734	150	-0,0109	480,40	2,95	0,0210
62-2	0,2899	150	0,0159	478,60	2,40	0,0110
62-3	0,4947	150	0,0787	469,70	2,50	0,0796
62-4	0,7043	150	0,0890	459,40	0,90	0,0752
62-5	0,9113	150	-0,0026	459,70	1,85	0,0057

Fonte: Autor, (2019).

O trecho 82 inicia na cota 479,80 m e termina na 453,60 m, onde percorre uma extensão de 525,95 m, como pode ser visto na Figura 12. Este trecho resulta numa vazão de 0,599 L/s, sendo o trecho com maior variação de cota do coletor, iniciando com a mínima de 0,90 m e passando os 5,00 m em dois pontos, sendo eles os pontos 82-2 e 82-5, com a profundidade de 6,90 e 5,60 respectivamente, podendo ser visto na Tabela 16.

Tabela 16 – Levantamento dos principais dados dos trechos 82

TRECHO	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA	COTA DO TERRENO	PROF. DO COLETOR	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA
N.	(L/s)	(mm)	(m/m)	JUSANTE (m)	JUSANTE (m)	(m/m)
82-1	0,0756	150	0,0332	477,60	0,90	0,0332
82-2	0,2093	150	-0,0401	482,30	6,90	0,0111
82-3	0,3396	150	0,0315	478,70	4,30	0,0087
82-4	0,4701	150	0,0986	467,40	0,90	0,0690
82-5	0,5991	150	0,1218	453,60	5,60	0,1633

Fonte: Autor, (2019).



#### **4.4 Análise geral da declividade do terreno**

Para o cálculo da declividade do terreno, foi possível verificar que em 33 pontos a declividade ficou negativa por conta da irregularidade do terreno, condição comum principalmente em cidades da serra, sendo necessário que a rede seja aprofundada um pouco mais do que o padrão, e o ponto mais crítico de declividade foi o 1-12, atingindo -0,0621 m/m.

Em nove pontos, por conta da declividade, a profundidade ultrapassou os 5,00 m, carecendo nesses casos uma análise detalhada para verificar a necessidade de instalação de estações de bombeamento.

#### **4.5 Análise geral das profundidades**

Foi estabelecida a profundidade padrão como sendo de 0,90m, que é a mínima estipulada pela NBR 9649, para evitar gastos excessivos com escavações e escoramentos. Para os pontos em que a declividade da tubulação ficou abaixo da mínima foi necessário realizar um aprofundamento maior da rede, como pode ser visto na Tabela 17, onde em 19 entroncamentos a profundidade da rede coletora ultrapassou 5,00 m, sendo seis desses pontos para atender a declividade mínima de 0,005 m/m. O ponto com maior profundidade foi entre os trechos 32-4 e 1-17, em que a profundidade máxima foi de 7,25 m.

Nesses trechos será necessário uma análise detalhada para a instalação de estações de bombeamento ou procurar alguma outra forma de traçado, de forma a manobrar essas profundidades maiores, tornando-se necessário a avaliação por parte de técnicos da área juntamente com o poder público do município, para encontrar alguma solução de transporte de efluentes que não necessitem de tanto aprofundamento de rede, para viabilizar a obra.

Tabela 17 – Coletores com excesso de profundidade

Trecho	Profundidade do coletor (Montante) (m)	Profundidade do coletor (Jusante) (m)	Declividade Tubulação Usada (m/m)
1-4	0,90	5,10	0,0088
4-2	2,50	5,10	0,1596
1-5	5,10	0,90	0,0084
1-12	0,90	6,20	0,0051
9-6	2,35	6,20	0,0174
1-13	6,20	3,50	0,0053
1-14	3,50	6,10	0,0055
15-1	0,90	6,10	0,2261
1-15	6,10	1,35	0,0050
19-1	0,90	6,15	0,0143
19-2	6,15	2,65	0,0544
1-16	1,35	7,25	0,0053
32-2	0,90	5,15	0,0501
34-1	0,90	5,15	0,0204
32-3	5,15	4,80	0,0076
32-4	4,80	7,25	0,1176
1-17	7,25	6,25	0,0052
35-1	0,90	6,25	0,0946
36-1	0,90	6,25	0,1670
1-18	6,25	4,35	0,0053
1-19	4,35	5,20	0,0053
38-1	0,90	5,20	0,1525
1-20	5,20	0,90	0,0082
2-13	2,20	5,60	0,0054
82-2	0,90	6,90	0,0111
82-3	6,90	4,30	0,0087
82-5	0,90	5,60	0,1633
2-14	5,60	3,85	0,0050

Fonte: Autor (2019).

#### 4.6 Comparação entre velocidade final e crítica para atender a tensão trativa

Em 66 trechos a velocidade final ficou maior que a crítica, sendo necessário verificar quais pontos não atendiam a tensão trativa de 1,0 Pa. Após a verificação, constatou-se que em 31 trechos a tensão trativa estava abaixo do estipulado pela NBR 9649 e pelas diretrizes da CORSAN, necessitando de uma análise da tensão trativa, para que esta não ultrapassasse 0,50 da lâmina líquida, desta forma garantindo a autolimpeza das tubulações, em que os pontos que necessitaram de ajustes na tensão trativa podem ser visualizados na Tabela 18.

A maior velocidade final encontrada na rede foi de 2,87 m/s no trecho 15-1, portanto todas as velocidades atenderam as diretrizes da CORSAN e da NBR 9649, não ultrapassando o máximo de 5,00 m/s, em que a velocidade estando dentro dos limites estipulados diminui o problema com manutenções da rede, por conta de danificações de tubulações.

Tabela 18 – Trechos com tensão trativa ajustada para atender 1,0 Pa

Trecho	Lâmina Líquida (Y/D)	Velocidade Final (Vf)	Tensão Trativa	Velocidade Crítica (Vc)
1-2	0,100	0,625	1,0267	1,841
1-4	0,125	0,567	1,0427	2,046
4-1	0,050	0,886	1,0645	1,322
6-1	0,050	0,865	1,0142	1,322
10-1	0,050	0,861	1,0047	1,322
9-3	0,100	0,635	1,0599	1,841
9-5	0,150	0,492	9,2725	7,019
19-1	0,075	0,723	1,0326	1,595
20-1	0,050	0,873	1,0341	1,322
34-1	0,050	0,863	1,0101	1,322
32-3	0,150	0,526	1,0578	2,220
39-2	0,075	0,724	1,0350	1,595
2-3	0,150	0,531	1,0799	2,220
2-5	0,200	0,448	1,0003	2,532
41-1	0,050	0,866	1,0164	1,322
44-1	0,050	0,866	1,0171	1,322
45-4	0,175	0,490	1,0582	2,381
49-4	0,200	0,473	1,1130	2,532
58-1	0,050	0,867	1,0192	1,322
59-1	0,050	0,879	1,0495	1,322
60-1	0,050	0,867	1,0206	1,322
62-1	0,050	0,875	1,0377	1,322
65-1	0,050	0,865	1,0146	1,322
62-5	0,200	0,456	1,0362	2,532
73-1	0,050	0,881	1,0522	1,322
68-4	0,200	0,462	1,0604	2,532
74-1	0,050	1,099	1,6393	1,322
75-4	0,150	0,518	1,0243	2,220
78-1	0,050	0,882	1,0556	1,322
82-2	0,100	0,636	1,0635	1,841
82-3	0,125	0,565	1,0358	2,046

Fonte: Autor (2019).

#### **4.7 Critérios da tensão trativa**

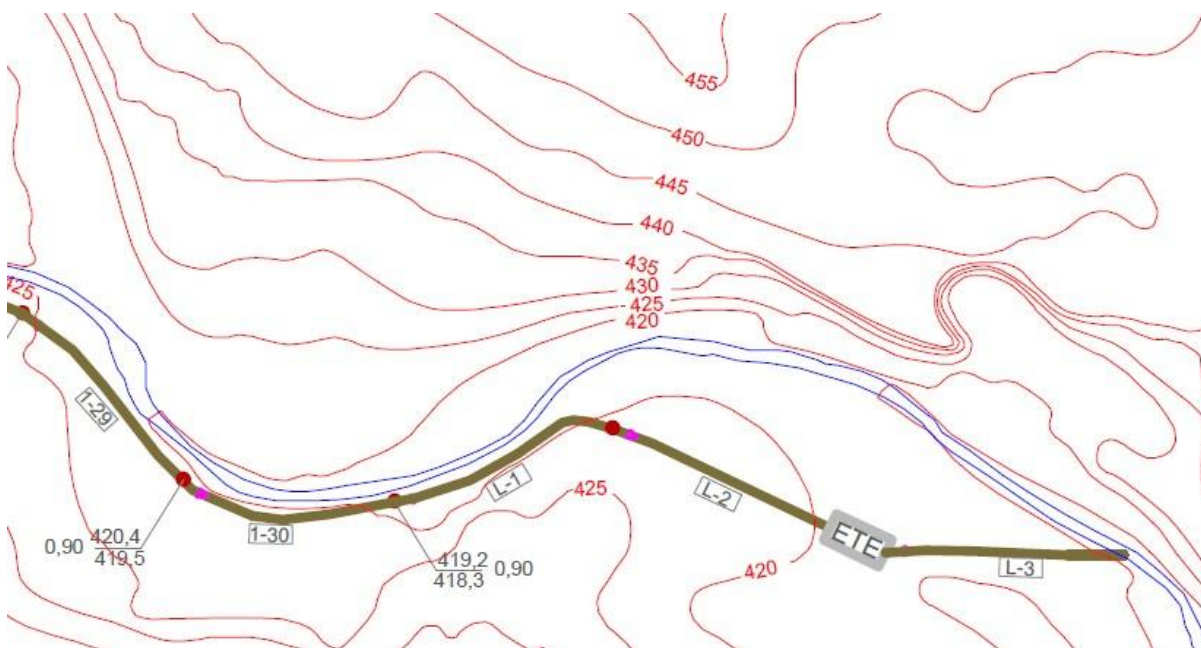
Nos 31 trechos mencionados acima, em que a tensão trativa ficou abaixo do valor mínimo estipulado pela NBR 9649 (ABNT, 1986) de 1,0 Pa, foi necessário o aprofundamento do coletor, para atender o valor mínimo para tensão trativa, acarretando em maiores custos de implantação, mas garantindo a operação do sistema.

Para metade dos pontos foi necessário o aprofundamento de até 50 cm. Em outros dois pontos o aprofundamento chegou a 90 cm, e os demais necessitaram de aprofundamento de 1,00 m ou mais do determinado pela declividade. O ponto que precisou de maior aprofundamento foi o 9-3, chegando a 1,35 m a mais do estipulado pela declividade.

#### **4.8 Determinação da ETE**

O local definido para a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto foi pensando por questão topográfica, situando-se em um ponto baixo da cidade para facilitar o escoamento dos efluentes, e também por ser próximo ao Arroio Barracão possibilitando o descarte da água tratada em seu leito, sendo em um local retirado da área com maior densidade populacional, para evitar problemas com odores, podendo analisar sua disposição na Figura 15.

Figura 14 – Localização da estação de tratamento



Fonte: Autor (2019).

A estação de tratamento é composta por três interceptores de 100 m cada, em que dois são do percurso até a chegada à ETE e um até despejar a água no arroio, e sua vazão final é de 21,38 L/s, podendo ser verificado no Anexo F.

#### 4.9 Custos da rede coletora

Tendo para o diâmetro de 150mm o equivalente a 16.426 metros, e sendo seu custo ao metro linear de R\$ 307,03, o valor para a rede coletora de esgoto neste diâmetro é de R\$ 5.043.274,78 Já para o diâmetro de 200mm tem-se o equivalente a 646 metros, e o seu custo de R\$ 336,39 ao metro linear, gerando um custo de R\$ 217.307,94 para este diâmetro. Portanto, o custo de implantação da rede coletora de esgoto é de R\$ 5.260.582,72, mas vale ressaltar que a estimativa deste valor é apenas para a rede, não contabilizando custos dos demais setores para esta obra.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo foi para apontar uma alternativa viável de uma rede coletora para sistema de esgotamento sanitário na cidade de Guaporé/RS. A escolha para realizar este estudo se deu devido ao fato que o município não possui um sistema de esgotamento sanitário, em que o esgoto é disposto em corpo receptor sem nenhum tratamento, deixando a população exposta a contaminações, prejudicando a qualidade de vida e danificando as condições ambientais locais.

Tendo por base as revisões bibliográficas, bem como materiais e informações coletadas nos órgãos públicos do município, foi possível realizar o diagnóstico da situação de Guaporé em várias maneiras para a formulação de um estudo de concepção.

O projeto de um sistema de saneamento demanda tempo e ponderações em diversos quesitos, tais como: local em estudo, recursos financeiros, população, necessidades da localidade, etc. Deste modo, este estudo elencou os passos iniciais para uma possível execução do mesmo, tendo por base a bibliografia e a normativa, juntamente ao Plano de Saneamento da cidade.

Para atender a demanda de onde localiza-se a bacia do Arroio Barracão foram traçados 17.072 metros de trechos a serem construídos para a coleta do esgoto gerado pela população do bairro centro em que o sistema abrange, com diâmetro igual ao mínimo exigido pela CORSAN na maior parte de sua extensão e disposta em rede simples à, no mínimo 0,90 m de profundidade da cota estabelecida em levantamento altimétrico. Percebe-se que em uma possível execução das obras propostas haverá

diversas dificuldades, visto que em alguns pontos da rede houve um aprofundamento muito alto, sendo necessário a instalação de sistema de bombeamento, gerando acréscimo de encargos financeiros para a execução dos mesmos. Foi realizada a projeção de uma ETE, num ponto retirado da área com maior densidade populacional, avaliando as cotas altimétricas e principalmente pensando em um local de possível aquisição e que não gere odores para a área urbana da cidade, e ficando próxima a margem do Arroio Barracão, facilitando o descarte da água tratada em seu próprio leito.

Após chegar aos resultados finais do processo de cálculos do dimensionamento da rede coletora de esgoto para a cidade de Guaporé, e após a realização de uma avaliação de custos de implantação desta rede num valor estimado em R\$ 5.260.582,72 pode-se dizer que o presente trabalho serve de base para a posterior realização do projeto executivo e implantação do sistema de esgotamento no município, colaborando para o progresso da infraestrutura de saneamento básico em Guaporé e, por conseguinte, para garantir a recuperação do meio ambiente e qualidade de vida dos habitantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental/SC. Saneamento em Santa Catarina X Investimento Pac, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro - RJ, 1986.5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro - RJ, 1986. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro - RJ, 1994. 35 p.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14486**: Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC. Rio de Janeiro - RJ, 2000.19 p.

ARRETCHE, M. T. S. **Saneamento Básico**. Disponível em:  
<<http://www.tecsi.fea.usp.br/eventos/Contecsi2004/>>. Acesso em 2019.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAÚJO, R.; ITO, A. E. **Manual de Hidráulica**. 8.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

BARATTA, Cleto Augusto Monteiro. **Caracterização do Esgotamento Sanitário de Teresina: Eficiência, Restrições e Aspectos Condicionantes**. 2004. 215 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Referência



em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

BARROS, R. T. V. et al. Saneamento – **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. v. II.

BARROSO, Luis Roberto. **Saneamento básico, competências constitucionais da União, Estados e Municípios**. Revista Diálogo Jurídico, Salvador, CAJ – Centro de Atualização Jurídica, n. 13, abr./ maio de 2002.

BELLI FILHO, B.; SOARES, H. M.; MATIAS, W. G.; PINTO, R. O.; CHARGAS, A.; CASTILHO JR, A. B. **Digestão Anaeróbia de Resíduos Sólidos Orgânicos e Lodo de Tanque Séptico**. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2002.

BORGES, A. C. **Topografia**. São Paulo: Blucher, 1977.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta A Lei no 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, Que Estabelece Diretrizes Nacionais Para O Saneamento Básico, e Dá Outras Providências. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece Diretrizes Nacionais Para O Saneamento Básico; Altera As Leis nos 6.766, de 19 de Dezembro de 1979, 8.036, de 11 de Maio de 1990, 8.666, de 21 de Junho de 1993, 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995; Revoga A Lei no 6.528, de 11 de Maio de 1978; e Dá Outras Providências. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto – 2012**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: abril de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informações da atenção Básica 2013**. Disponível em: <[www2.datasus.gov.br/SIAB](http://www2.datasus.gov.br/SIAB)> Acesso em: agosto de 2019.

CORSAN. Companhia Riograndense de Saneamento. **OS 601/05 – Estudo de Concepção do Sistema de Esgotos Sanitários de Bento Gonçalves**. Porto Alegre, RS, jul. 2009, fotocópia p. 132.

CORSAN. Companhia Riograndense de Saneamento. **Informações primárias e secundárias: Unidade de Guaporé**. Brasil. Estado do Rio Grande do Sul, 2016.

FARIA, Caroline, 19 de julho de 2007. **Tratamento de esgoto**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/geografia/tratamento-de-esgoto>>.

FEE. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: <<http://atlas.fee.tche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/saneamento/>>. Acesso em: 4 de maio de 2019.

FERREIRA, P. MARTINS, J. “**Crescimento econômico e consumo de água – uma abordagem para planejamento de sistemas**.” In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... ABES, Campo Grande/MS, 2005.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. Brasília, 3ª edição, 2006.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. Brasília, 4ª edição, 2015.

HANAI, F. Y.; CAMPOS, J.R. **Avaliação da Infiltração na Rede Coletora de Esgotos na Bacia do Ribeirão do Ouro da Cidade de Araraquara-SP**. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, set. 1997, 14p.

GUAPORÉ (2017). Plano Municipal de Saneamento de Saneamento Básico. **Relatório Contendo a Versão Final do Plano de Saneamento Básico**. 2017. 645 f. Prefeitura Municipal de Guaporé – RS, 2017.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**, 2010; Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23/02/2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010**. 2013. Disponível em <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 15 mar. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011a. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 02/05/2019

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2012**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02/05/2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Território e Ambiente 2017**. Rio Grande do Sul: IBGE 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

KOBIYAMA, M. et al. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

KNAPIK, H. G.; CUBAS, S. **Coleta e Tratamento de Esgotos. Qualidade e Conservação ambiental – TH041**. Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2016.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento Básico no Brasil: Considerações sobre Investimentos e Sustentabilidade para o Século XXI**. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, 2011.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse**. 3ª.ed. Nova Iorque: McGraw - Hill, International Editions. 1991.

MONTEIRO JUNIOR, Adriano Pires; RENDEIRO NETO, Henrique Fernandes. **Sistema Individual de Tratamento de Esgoto**. 2011. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia - UNAMA, Belém - PA, 2011.

NETTO, Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário, Coleta Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo, Blücher, 2014.

OLIVEIRA, M. V. C. de. CARVALHO, A. R. **Princípios Básicos de Saneamento do meio**. São Paulo. Editora Senac, 2003.

PACHECO, R. P. **Custos para implantação de sistemas de esgotamento sanitário**. 2011. 149p. Dissertação (Engenharia de Recursos Hídricos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PEREIRA, José Almir Rodrigues (Org.). **Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas: esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Belém**. Belém: NUMA/UFPA/EDUFPA, 2003.

PEREIRA, José Almir Rodrigues. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação**. 2. Ed. rev. e ampliada. Universidade Federal do Pará, 2006.

PEREIRA, H. S.; SILVA, S. S. F.; SOUZA, V. C. **Saneamento Básico e seus Impactos na Saúde Pública no Brasil**. In: Bruno Soares de Abreu; Ireneide Gomes de Abreu; Pollyana de Abreu Moraes. (Org.). Meio Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento: Uma Abordagem Sistêmica do Comportamento Humano. 1ed. Campina Grande: EDUEG, 2010.

RECESA. **Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador, 2008.

REZENDE, S. C; HELLER. L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SAKER, João Paulo Pellegrini. **Saneamento Básico e Desenvolvimento**. Dissertação (mestrado em Direito Político e Econômico) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

SANTANA, Henrique Batista de. **A Importância do Saneamento Básico na Área Urbana do Município de São João do Rio do Peixe, com um Enfoque no Esgotamento Sanitário**. 2014. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Geografia, Universidade Federal da Campina Grande, Cajazeiras - PB, 2014.

SANTOS, André Bezerra dos. **Avaliação Técnica dos Sistemas de Tratamento de Esgotos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2007.

SOUZA, Maria Salete de. **Meio Ambiente Urbano e Saneamento Básico**. Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará. Mercator. Revista de Geografia, ano 01, n. 01, 2002.

SNIS - Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério das Cidades, 2010.

TAKAHASHI, A. **Sulfetos em interceptores de esgotos: ocorrência, medidas preventivas e corretivas**. São Paulo, 1983. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TELLES, JAMILLA REGINA. **Dimensionamento de Rede de Esgoto Sanitário Considerando o Uso de Diâmetros não Progressivos Calculados com o Programa SANCAD**. Palhoça, 2014. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, 2014.

TISCOSKI, C.L.; Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Sanemanto Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília, 2009.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Abes, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos** Vol.1. Belo Horizonte, UFMG, 1995.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. 1996. 2 v. Departamento de Engenharia Sanitária - UFMG. Belo Horizonte - MG, 1996.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2005. Volume 1. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de

Esgotos. 3ª Edição. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. Belo horizonte - MG, 2005.

Wagner, V.R.; Balsan, L.A.G.; Moura, G.L. Saneamento básico: gestão de serviços de esgoto em um município. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, Espanha, s.n, 2013.

## **ANEXOS**

# ANEXO – A

<b>PLANILHA DE CÁLCULO: REDE DE ESGOTO (ADAPTADA)</b> <small>PROJETO TÉCNICO DA REDE DE ESGOTOS SANITÁRIO</small>																		<small>Cálculo:</small> <small>Verificado</small>		<small>Data:</small> <small>Folha N.º:</small>			
<b>Cidade:</b> <b>Loteamento:</b>				<b>POP.</b> <b>Consumo</b> <b>K<sub>1</sub></b> <b>K<sub>2</sub></b> <b>C<sub>retorno</sub></b> <b>Q<sub>inf</sub></b>				<b>Nº de habitantes</b> <b>Litros por dia por pessoa</b> <b>Coefficiente K1</b> <b>Coefficiente K2</b> <b>Coeff. Retorno (Q<sub>24h</sub>/Q<sub>24h</sub>)</b> <b>Vazão de infiltração (l/s/Km)</b>				<b>Empresa:</b> <b>Responsável:</b>											
<b>Bacia</b> <b>Sub-Bacia</b>																							
TRECHO  N.	EXTENSÃO LTRECHO  (m)	TX. CONTR. LINEAR  (l/s.m)	CONTR. TRECHO  (l/s)	VAZÃO A MONTANTE  (l/s)	VAZÃO A JUSANTE  (l/s)	VAZÃO ADOTADA  (l/s)	DIÂMETRO CALCULADO  (mm)	DIÂMETRO ADOTADO  (mm)	DECLIVIDADE TERRENO CALCULADA  (mm)	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO MÍNIMA  (mm)	COTADO TERRENO (m)		PROF. DO COLETOR (m)		COTADO COLETOR (m)		DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA  (mm)	Q <sub>inf</sub> (l/s)	LÂMINA LÍQUIDA (mm)  %	V <sub>f</sub>  (m/s)	TENSÃO TRATADA  (Pa)	V <sub>c</sub>  (m/s)	
											MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE							

Fonte: Adaptada da CORSAN (2019).



## ANEXO – B

n	0,01																					
Diâmetro	y/D	0,050	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900	0,950	1,000	
100	v/(l) λ/2	2,196	3,430	4,418	5,259	5,991	6,636	7,207	7,713	8,160	8,550	8,886	9,169	9,399	9,574	9,691	9,745	9,725	9,613	9,362	8,550	
	Q/(l) λ/2	0,00032	0,00140	0,00326	0,00588	0,00920	0,01315	0,01766	0,02263	0,02797	0,03358	0,03933	0,04511	0,05079	0,05622	0,06123	0,06564	0,06919	0,07157	0,07215	0,06715	
150	v/(l) λ/2	2,878	4,494	5,790	6,891	7,850	8,695	9,444	10,107	10,692	11,204	11,644	12,015	12,316	12,545	12,699	12,769	12,743	12,596	12,268	11,204	
	Q/(l) λ/2	0,0010	0,0041	0,0096	0,0173	0,0271	0,0388	0,0521	0,0667	0,0825	0,0990	0,1160	0,1330	0,1498	0,1658	0,1805	0,1935	0,2040	0,2110	0,2127	0,1980	
200	v/(l) λ/2	3,487	5,445	7,014	8,348	9,510	10,534	11,441	12,244	12,953	13,572	14,106	14,555	14,920	15,198	15,384	15,469	15,437	15,259	14,861	13,572	
	Q/(l) λ/2	0,0020	0,0089	0,0207	0,0373	0,0584	0,0835	0,1121	0,1437	0,1776	0,2132	0,2497	0,2865	0,3225	0,3570	0,3888	0,4168	0,4394	0,4544	0,4582	0,4264	
250	v/(l) λ/2	4,046	6,318	8,139	9,687	11,035	12,223	13,276	14,208	15,030	15,749	16,368	16,890	17,313	17,635	17,851	17,950	17,913	17,707	17,245	15,749	
	Q/(l) λ/2	0,0037	0,0161	0,0376	0,0677	0,1059	0,1514	0,2033	0,2605	0,3220	0,3865	0,4528	0,5194	0,5848	0,6472	0,7050	0,7557	0,7966	0,8239	0,8307	0,7731	
300	v/(l) λ/2	4,569	7,134	9,191	10,939	12,461	13,803	14,992	16,045	16,973	17,784	18,484	19,072	19,550	19,915	20,158	20,270	20,229	19,995	19,474	17,784	
	Q/(l) λ/2	0,0060	0,0262	0,0611	0,1101	0,1722	0,2462	0,3305	0,4236	0,5236	0,6286	0,7363	0,8446	0,9509	1,0525	1,1463	1,2288	1,2954	1,3398	1,3508	1,2571	
350	v/(l) λ/2	5,063	7,907	10,186	12,122	13,810	15,297	16,514	17,781	18,810	19,709	20,484	21,137	21,666	22,070	22,340	22,464	22,418	22,159	21,581	19,709	
	Q/(l) λ/2	0,0091	0,0396	0,0922	0,1661	0,2598	0,3713	0,4996	0,6390	0,7898	0,9481	1,1107	1,2740	1,4343	1,5876	1,7292	1,8535	1,9540	2,0210	2,0376	1,8963	
400	v/(l) λ/2	5,535	8,643	11,134	13,251	15,095	16,721	18,161	19,437	20,561	21,544	22,391	23,105	23,684	24,125	24,420	24,555	24,505	24,223	23,591	21,544	
	Q/(l) λ/2	0,0130	0,0565	0,1316	0,2371	0,3709	0,5302	0,7119	0,9123	1,1277	1,3537	1,5857	1,8189	2,0479	2,2667	2,4688	2,6463	2,7898	2,8855	2,9091	2,7073	
450	v/(l) λ/2	5,987	9,349	12,043	14,334	16,329	18,087	19,645	21,024	22,241	23,304	24,220	24,992	25,618	26,095	26,415	26,561	26,507	26,201	25,518	23,304	
	Q/(l) λ/2	0,0178	0,0774	0,1802	0,3246	0,5077	0,7258	0,9746	1,2490	1,5438	1,8532	2,1709	2,4901	2,8035	3,1031	3,3798	3,6229	3,8192	3,9502	3,9826	3,7064	
500	v/(l) λ/2	6,422	10,029	12,920	15,377	17,517	19,403	21,074	22,554	23,859	25,000	25,988	26,811	27,483	27,994	28,337	28,494	28,436	28,108	27,375	25,000	
	Q/(l) λ/2	0,0236	0,1025	0,2386	0,4299	0,6724	0,9613	1,2907	1,6542	2,0446	2,4544	2,8751	3,2979	3,7130	4,1098	4,4762	4,7981	5,0582	5,2317	5,2745	4,9087	
600	v/(l) λ/2	7,252	11,325	14,590	17,364	19,781	21,911	23,798	25,469	26,943	28,231	29,341	30,276	31,034	31,612	31,999	32,176	32,111	31,741	30,913	28,231	
	Q/(l) λ/2	0,0383	0,1666	0,3880	0,6990	1,0934	1,5632	2,0988	2,6899	3,3248	3,9911	4,6752	5,3627	6,0378	6,6830	7,2787	7,8023	8,2251	8,5074	8,5769	7,9822	
700	v/(l) λ/2	8,037	12,551	16,169	19,243	21,922	24,283	26,374	28,226	29,859	31,287	32,517	33,552	34,393	35,034	35,463	35,659	35,586	35,176	34,258	31,287	
	Q/(l) λ/2	0,0578	0,2514	0,5853	1,0544	1,6493	2,3579	3,1659	4,0575	5,0152	6,0203	7,0523	8,0893	9,1075	10,0808	10,9795	11,7692	12,4070	12,8327	12,9377	12,4005	
800	v/(l) λ/2	8,786	13,719	17,674	21,035	23,963	26,543	28,829	30,854	32,639	34,200	35,544	36,676	37,596	38,296	38,764	38,979	38,899	38,451	37,448	34,200	
	Q/(l) λ/2	0,0826	0,3589	0,8356	1,5054	2,3548	3,3664	4,5201	5,7930	7,1604	8,5953	10,0687	11,5493	13,0031	14,3926	15,6757	16,8032	17,7138	18,3216	18,4715	17,1906	
900	v/(l) λ/2	9,503	14,840	19,118	22,753	25,920	28,712	31,184	33,374	35,305	36,993	38,448	39,672	40,667	41,424	41,931	42,163	42,077	41,592	40,507	36,993	
	Q/(l) λ/2	0,1130	0,4913	1,1440	2,0509	3,2237	4,6087	6,1880	7,9307	9,8026	11,7670	13,7841	15,8111	17,8013	19,7036	21,4602	23,0037	24,2504	25,0825	25,2877	23,5340	
1000	v/(l) λ/2	10,195	15,920	20,509	24,409	27,806	30,801	33,453	35,803	37,874	39,685	41,245	42,559	43,626	44,438	44,982	45,231	45,139	44,618	43,454	39,685	
	Q/(l) λ/2	0,1497	0,6507	1,5151	2,7295	4,2695	6,1088	8,1955	10,5034	12,9826	15,5843	18,2558	20,9403	23,5762	26,0955	28,4219	30,4662	32,1173	33,2194	33,4911	31,1685	
1200	v/(l) λ/2	11,512	17,977	23,159	27,563	31,400	34,782	37,777	40,430	42,769	44,814	46,576	48,060	49,264	50,182	50,796	51,076	50,973	50,385	49,071	44,814	
	Q/(l) λ/2	0,2434	1,0582	2,4637	4,4384	6,9427	9,9254	13,3267	17,0797	21,1112	25,3417	29,6859	34,0512	38,3374	42,4341	46,2171	49,5414	52,2263	54,0183	54,4602	50,6835	
1400	v/(l) λ/2	12,758	19,923	25,666	30,547	34,798	38,546	41,866	44,806	47,398	49,664	51,617	53,261	54,596	55,613	56,293	56,605	56,490	55,838	54,382	49,664	
	Q/(l) λ/2	0,3671	1,5962	3,7163	6,6950	10,4726	14,9718	20,1024	25,7635	31,8447	38,2262	44,7790	51,3638	57,8293	64,0089	69,7153	74,7297	78,7797	81,4828	82,1493	76,4524	
1600	v/(l) λ/2	13,946	21,778	28,056	33,391	38,038	42,135	45,764	48,977	51,811	54,288	56,423	58,220	59,679	60,791	61,534	61,875	61,749	61,037	59,445	54,288	
	Q/(l) λ/2	0,5242	2,2789	5,3059	9,5587	14,9520	21,3756	28,7007	36,7833	45,4655	54,5766	63,9322	73,3335	82,5644	91,3872	99,5344	106,6936	112,4759	116,3352	117,2867	109,1532	
1800	v/(l) λ/2	15,086	23,557	30,347	36,118	41,145	45,577	49,502	52,978	56,044	58,723	61,032	62,976	64,554	65,757	66,561	66,929	66,793	66,023	64,301	58,723	
	Q/(l) λ/2	0,718	3,120	7,264	13,086	20,469	29,263	39,292	50,357	62,243	74,716	87,524	100,394	113,032	125,110	136,264	145,065	153,981	159,264	160,567	149,432	
2000	v/(l) λ/2	16,183	25,271	32,556	38,746	44,139	48,893	53,104	56,833	60,122	62,996	65,473	67,558	69,252	70,541	71,404	71,799	71,653	70,827	68,980	62,996	
	Q/(l) λ/2	0,950	4,132	9,620	17,331	27,110	38,757	52,038	66,693	82,435	98,954	115,917	132,963	149,699	165,696	180,468	193,448	203,932	210,930	212,655	197,908	
	β	0,033	0,064	0,093	0,121	0,147	0,171	0,193	0,214	0,233	0,250	0,265	0,278	0,288	0,296	0,302	0,304	0,303	0,298	0,286	0,250	
α	RAD	0,902	1,287	1,591	1,855	2,094	2,319	2,532	2,739	2,941	3,142	3,342	3,544	3,751	3,965	4,189	4,429	4,692	4,996	5,351	6,283	
	DEG (°)	51,7	73,7	91,1	106,3	120,0	132,8	145,1	156,9	168,5	180,0	191,5	203,1	214,9	227,2	240,0	253,7	268,9	286,3	308,3	360,0	

Fonte: Tsutiya (2000).



## ANEXO – C

n		0,013																				
Diâmetro	y/D	0,050	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,450	0,500	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900	0,950	1,000	
100	v/(l) 1/2	1,690	2,638	3,399	4,045	4,608	5,105	5,544	5,933	6,277	6,577	6,835	7,053	7,230	7,365	7,455	7,496	7,481	7,394	7,202	6,577	
	Q/(l) 1/2	0,00025	0,00108	0,00251	0,00452	0,00708	0,01012	0,01358	0,01741	0,02152	0,02583	0,03025	0,03470	0,03907	0,04325	0,04710	0,05049	0,05323	0,05505	0,05550	0,05165	
150	v/(l) 1/2	2,214	3,457	4,454	5,301	6,038	6,689	7,265	7,775	8,225	8,618	8,957	9,242	9,474	9,650	9,768	9,822	9,802	9,689	9,437	8,618	
	Q/(l) 1/2	0,0007	0,0032	0,0074	0,0133	0,0209	0,0298	0,0400	0,0513	0,0634	0,0761	0,0892	0,1023	0,1152	0,1275	0,1389	0,1489	0,1569	0,1623	0,1636	0,1523	
200	v/(l) 1/2	2,682	4,188	5,395	6,421	7,315	8,103	8,801	9,419	9,964	10,440	10,851	11,196	11,477	11,691	11,834	11,899	11,875	11,738	11,432	10,440	
	Q/(l) 1/2	0,0016	0,0068	0,0159	0,0287	0,0449	0,0642	0,0862	0,1105	0,1366	0,1640	0,1921	0,2204	0,2481	0,2746	0,2991	0,3206	0,3380	0,3496	0,3524	0,3280	
250	v/(l) 1/2	3,112	4,860	6,261	7,451	8,488	9,403	10,212	10,929	11,562	12,115	12,591	12,992	13,318	13,566	13,732	13,808	13,780	13,621	13,265	12,115	
	Q/(l) 1/2	0,0029	0,0124	0,0289	0,0521	0,0815	0,1165	0,1564	0,2004	0,2477	0,2973	0,3483	0,3995	0,4498	0,4979	0,5423	0,5813	0,6128	0,6338	0,6390	0,5947	
300	v/(l) 1/2	3,514	5,488	7,070	8,414	9,585	10,618	11,532	12,342	13,056	13,680	14,218	14,671	15,039	15,319	15,506	15,592	15,560	15,381	14,980	13,680	
	Q/(l) 1/2	0,0046	0,0202	0,0470	0,0847	0,1325	0,1894	0,2543	0,3259	0,4028	0,4835	0,5664	0,6497	0,7315	0,8096	0,8818	0,9452	0,9964	1,0306	1,0391	0,9670	
350	v/(l) 1/2	3,895	6,082	7,835	9,325	10,623	11,767	12,780	13,678	14,469	15,161	15,757	16,259	16,667	16,977	17,185	17,280	17,245	17,046	16,601	15,161	
	Q/(l) 1/2	0,0070	0,0305	0,0709	0,1277	0,1998	0,2857	0,3835	0,4916	0,6076	0,7293	0,8544	0,9800	1,1033	1,2212	1,3301	1,4258	1,5031	1,5546	1,5674	1,4587	
400	v/(l) 1/2	4,257	6,648	8,565	10,193	11,612	12,863	13,970	14,951	15,816	16,573	17,224	17,773	18,218	18,558	18,785	18,888	18,850	18,633	18,147	16,573	
	Q/(l) 1/2	0,0100	0,0435	0,1012	0,1824	0,2853	0,4078	0,5476	0,7018	0,8675	1,0413	1,2198	1,3992	1,5753	1,7436	1,8991	2,0356	2,1460	2,2196	2,2378	2,0826	
450	v/(l) 1/2	4,605	7,191	9,264	11,026	12,580	13,913	15,111	16,173	17,108	17,926	18,631	19,225	19,706	20,073	20,319	20,431	20,390	20,155	19,629	17,926	
	Q/(l) 1/2	0,0137	0,0595	0,1386	0,2497	0,3905	0,5583	0,7497	0,9608	1,1876	1,4255	1,6699	1,9155	2,1566	2,3870	2,5998	2,7868	2,9378	3,0387	3,0635	2,8511	
500	v/(l) 1/2	4,940	7,715	9,938	11,828	13,474	14,926	16,211	17,349	18,353	19,231	19,987	20,624	21,140	21,534	21,798	21,918	21,874	21,621	21,057	19,231	
	Q/(l) 1/2	0,0181	0,0788	0,1835	0,3307	0,5172	0,7394	0,9928	1,2724	1,5728	1,8880	2,2116	2,5368	2,8562	3,1614	3,4432	3,6909	3,8909	4,0244	4,0573	3,7760	
600	v/(l) 1/2	5,579	8,712	11,223	13,357	15,216	16,855	18,306	19,592	20,725	21,716	22,570	23,289	23,873	24,317	24,615	24,751	24,701	24,416	23,779	21,716	
	Q/(l) 1/2	0,0295	0,1282	0,2985	0,5377	0,8411	1,2024	1,6145	2,0691	2,5575	3,0701	3,5963	4,1252	4,6444	5,1407	5,5990	6,0018	6,3270	6,5441	6,5976	6,1401	
700	v/(l) 1/2	6,183	9,654	12,437	14,802	16,863	18,679	20,288	21,712	22,968	24,067	25,013	25,810	26,456	26,949	27,279	27,430	27,374	27,058	26,353	24,067	
	Q/(l) 1/2	0,0445	0,1934	0,4502	0,8111	1,2687	1,8138	2,4353	3,1212	3,8579	4,6310	5,4248	6,2225	7,0058	7,7544	8,4457	9,0532	9,5439	9,8713	9,9521	9,2619	
800	v/(l) 1/2	6,758	10,553	13,595	16,181	18,433	20,418	22,176	23,734	25,107	26,307	27,342	28,213	28,920	29,458	29,819	29,984	29,923	29,578	28,806	26,307	
	Q/(l) 1/2	0,0635	0,2761	0,6428	1,1580	1,8114	2,5896	3,4770	4,4562	5,5080	6,6118	7,7451	8,8841	10,0024	11,0712	12,0582	12,9255	13,6260	14,0936	14,2088	13,2235	
900	v/(l) 1/2	7,310	11,415	14,706	17,502	19,938	22,086	23,988	25,672	27,158	28,456	29,575	30,517	31,282	31,865	32,254	32,433	32,367	31,994	31,159	28,456	
	Q/(l) 1/2	0,0869	0,3780	0,8800	1,5853	2,4798	3,5452	4,7600	6,1005	7,5405	9,0516	10,6032	12,1624	13,6933	15,1566	16,5078	17,6952	18,6542	19,2942	19,4521	18,1031	
1000	v/(l) 1/2	7,842	12,246	15,776	18,776	21,389	23,693	25,733	27,541	29,134	30,527	31,727	32,738	33,558	34,183	34,601	34,793	34,722	34,322	33,426	30,527	
	Q/(l) 1/2	0,1151	0,5006	1,1654	2,0996	3,2842	4,6952	6,3042	8,0796	9,9866	11,9879	14,0429	16,1079	18,1355	20,0734	21,8630	23,4356	24,7056	25,5533	25,7624	23,9758	
1200	v/(l) 1/2	8,856	13,829	17,815	21,203	24,154	26,755	29,059	31,100	32,899	34,472	35,828	36,969	37,895	38,601	39,073	39,290	39,210	38,758	37,747	34,472	
	Q/(l) 1/2	0,1872	0,8140	1,8951	3,4142	5,3406	7,6349	10,2513	13,1382	16,2394	19,4937	22,8353	26,1932	29,4903	32,6416	35,5517	38,1088	40,1741	41,5526	41,8924	38,9873	
1400	v/(l) 1/2	9,814	15,326	19,743	23,497	26,768	29,651	32,205	34,466	36,460	38,203	39,705	40,970	41,997	42,779	43,303	43,542	43,454	42,953	41,832	38,203	
	Q/(l) 1/2	0,2824	1,2278	2,8587	5,1500	8,0558	11,5167	15,4634	19,8181	24,4859	29,4048	34,4454	39,5106	44,4840	49,2376	53,6271	57,4844	60,5998	62,6791	63,1917	58,8096	
1600	v/(l) 1/2	10,728	16,752	21,581	25,685	29,260	32,412	35,203	37,675	39,855	41,760	43,402	44,785	45,907	46,762	47,334	47,596	47,499	46,952	45,727	41,760	
	Q/(l) 1/2	0,4032	1,7530	4,0814	7,3528	11,5015	16,4428	22,0775	28,2948	34,9735	41,9820	49,1786	56,4104	63,5111	70,2978	76,5649	82,0720	86,5199	89,4886	90,2205	83,9640	
1800	v/(l) 1/2	11,604	18,121	23,344	27,783	31,650	35,059	38,078	40,752	43,110	45,172	46,947	48,443	49,657	50,582	51,201	51,484	51,379	50,787	49,462	45,172	
	Q/(l) 1/2	0,552	2,400	5,588	10,066	15,746	22,510	30,224	38,736	47,879	57,474	67,326	77,226	86,947	96,238	104,818	112,357	118,447	122,511	123,513	114,948	
2000	v/(l) 1/2	12,449	19,439	25,043	29,805	33,953	37,610	40,849	43,718	46,247	48,459	50,364	51,968	53,270	54,263	54,926	55,230	55,118	54,482	53,061	48,459	
	Q/(l) 1/2	0,731	3,178	7,400	13,332	20,854	29,813	40,029	51,302	63,411	76,118	89,167	102,279	115,153	127,458	138,821	148,807	156,871	162,254	163,581	152,237	
	β	0,033	0,064	0,098	0,121	0,147	0,171	0,198	0,214	0,233	0,250	0,265	0,278	0,288	0,296	0,302	0,304	0,303	0,298	0,286	0,250	
α	RAD	0,902	1,287	1,591	1,855	2,094	2,319	2,532	2,739	2,941	3,142	3,342	3,544	3,751	3,965	4,189	4,429	4,692	4,996	5,381	6,283	
	DEG (°)	51,7	73,7	91,1	106,3	120,0	132,8	145,1	156,9	168,5	180,0	191,5	203,1	214,9	227,2	240,0	253,7	268,9	286,3	308,3	360,0	

Fonte: Tsutiya (2000).

## ANEXO – D

RECHE	EXTENSÃ	TX. CONTR. LINEAR	CONTR. TRECH O	VAZÃO A MONTANT E	VAZÃO A JUSANTE	DIÂMETRO CALCULA DO	DIÂMET RO USADO	DECLIVIDAD E TERRENO CALCULADA	DECLIVIDAD E TUBULAÇ ÃO MÁXIMA ADM.	COTA DO TERRENO (m)	COTA DO TERREN O (m)	PROF. DO COLETOR (m)	PROF. DO COLETO R (m)	COTA DO COLETOR (m)	COTA DO COLETO R (m)	DECLIVIDA DE TUBULAÇ ÃO USADA	Q/( I ) <sup>1/2</sup>	LÂMINA LÍQUIDA (Y/D)	RH/D	RAIO HIDRÁULI CO RH/D x D	Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA	Vc
N.	(m)	(L/s.m)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(mm)	(mm)	(m/m)	(m/m)	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	(m/m)					(Pa)	(m/s)	
1-1	53,96	0,001139	0,0615	0	0,0615	10,62	150	0,1019	30,134	485,10	479,60	0,90	0,90	484,20	478,70	0,1019	0,00019	0,025	0,016	0,0024	1,928	2,4463	0,921
1-2	112,20	0,001139	0,1278	0,0615	0,1893	24,71	150	0,0080	14,184	479,60	478,70	0,90	1,20	478,70	477,50	0,0107	0,00183	0,100	0,064	0,0096	0,625	1,0267	1,841
1-3	88,95	0,001139	0,1013	0,1893	0,2906	19,96	150	0,0821	10,642	478,70	471,40	1,20	0,90	477,50	470,50	0,0787	0,00104	0,075	0,048	0,0072	1,694	5,6661	1,595
1-4	113,65	0,001139	0,1295	0,2906	0,4201	34,56	150	-0,0282	8,314	471,40	474,60	0,90	5,10	470,50	469,50	0,0088	0,00448	0,125	0,079	0,01185	0,567	1,0427	2,046
4-1	60,45	0,001139	0,0689	0	0,0689	14,84	150	-0,0050	27,926	486,00	486,30	0,90	2,50	485,10	483,80	0,0215	0,00047	0,050	0,033	0,00495	0,886	1,0645	1,322
4-2	89,60	0,001139	0,1021	0,0689	0,1709	14,33	150	0,1306	15,187	486,30	474,60	2,50	5,10	483,80	469,50	0,1596	0,00043	0,050	0,033	0,00495	2,413	7,9001	1,322
1-5	107,25	0,001139	0,1222	0,5910	0,7132	42,53	150	0,0476	5,832	474,60	469,50	5,10	0,90	469,50	468,60	0,0084	0,00779	0,175	0,107	0,01605	0,553	1,3469	2,381
1-6	118,65	0,001139	0,1352	0,7132	0,8483	26,78	150	0,1399	5,192	469,50	452,90	0,90	0,90	468,60	452,00	0,1399	0,00227	0,100	0,064	0,0096	2,259	13,4311	1,841
5-1	70,50	0,001139	0,0803	0	0,0803	10,22	150	0,1773	25,192	480,70	468,20	0,90	3,45	479,80	464,75	0,2135	0,00017	0,025	0,016	0,0024	2,791	5,1234	0,921
6-1	65,89	0,001139	0,0751	0	0,0751	15,46	150	-0,0182	26,360	467,00	468,20	0,90	3,45	466,10	464,75	0,0205	0,00052	0,050	0,033	0,00495	0,865	1,0142	1,322
7-1	58,74	0,001139	0,0669	0	0,0669	9,46	150	0,1805	28,468	478,80	468,20	0,90	3,45	477,90	464,75	0,2239	0,00014	0,025	0,016	0,0024	2,858	5,3728	0,921
5-2	118,85	0,001139	0,1354	0,2223	0,3577	25,48	150	0,0538	9,260	468,20	461,80	3,45	0,90	464,75	460,90	0,0324	0,00199	0,100	0,064	0,0096	1,087	3,1098	1,841
8-1	57,25	0,001139	0,0652	0	0,0652	10,52	150	0,1205	28,963	468,70	461,80	0,90	0,90	467,80	460,90	0,1205	0,00019	0,025	0,016	0,0024	2,097	2,8926	0,921
5-3	83,15	0,001139	0,0947	0,4229	0,5176	23,40	150	0,1070	7,229	461,80	452,90	0,90	0,90	460,90	452,00	0,1070	0,00158	0,075	0,048	0,0072	1,976	7,7066	1,595
1-7	99,15	0,001139	0,1129	1,3659	1,4789	61,50	150	0,0020	3,578	452,90	452,70	0,90	1,20	452,00	451,50	0,0050	0,02083	0,250	0,147	0,02205	0,429	1,1120	2,791
1-8	134,15	0,001139	0,1528	1,4789	1,6317	63,41	150	-0,0201	3,350	452,70	455,40	1,20	4,60	451,50	450,80	0,0052	0,02259	0,275	0,171	0,02565	0,436	1,3384	3,010
1-9	100,40	0,001139	0,1144	1,6317	1,7461	65,61	150	0,0120	3,201	455,40	454,20	4,60	3,90	450,80	450,30	0,0050	0,02474	0,275	0,171	0,02565	0,426	1,2774	3,010
1-10	98,70	0,001139	0,1124	1,7461	1,8585	53,83	150	0,0466	3,070	454,20	449,60	3,90	0,90	450,30	448,70	0,0162	0,0146	0,225	0,134	0,0201	0,769	3,2584	2,664
1-11	79,00	0,001139	0,0900	1,8585	1,9485	40,29	150	0,0835	2,974	449,60	443,00	0,90	0,90	448,70	442,10	0,0835	0,00674	0,150	0,093	0,01395	1,746	11,6544	2,220
1-12	78,95	0,001139	0,0899	1,9485	2,0384	69,31	150	-0,0621	2,886	443,00	447,90	0,90	6,20	442,10	441,70	0,0051	0,02864	0,300	0,171	0,02565	0,430	1,2996	3,010
9-1	62,30	0,001139	0,0710	0	0,0710	10,78	150	0,1252	27,368	463,00	455,20	0,90	0,90	462,10	454,30	0,1252	0,00020	0,025	0,016	0,0024	2,137	3,0048	0,921
9-2	65,65	0,001139	0,0748	0,0710	0,1458	14,82	150	0,0701	16,898	455,20	450,60	0,90	2,65	454,30	447,95	0,0967	0,00047	0,050	0,033	0,00495	1,878	4,7879	1,322
10-1	66,51	0,001139	0,0758	0	0,0758	15,54	150	-0,0060	26,195	450,20	450,60	0,90	2,65	449,30	447,95	0,0203	0,00053	0,050	0,033	0,00495	0,861	1,0047	1,322
9-3	63,40	0,001139	0,0722	0,2215	0,2937	28,96	150	0,0142	10,566	450,60	449,70	2,65	2,45	447,95	447,25	0,0110	0,0028	0,100	0,064	0,0096	0,635	1,0599	1,841
11-1	53,15	0,001139	0,0605	0	0,0605	11,15	150	0,0470	30,441	452,20	449,70	0,90	2,45	451,30	447,25	0,0762	0,00022	0,050	0,033	0,00495	1,667	3,7719	1,322
9-4	80,40	0,001139	0,0916	0,3543	0,4459	26,40	150	0,0609	7,989	449,70	444,80	2,45	0,90	447,25	443,90	0,0417	0,00218	0,100	0,064	0,0096	1,233	4,0000	1,841
12-1	55,50	0,001139	0,0632	0	0,0632	10,52	150	0,1135	29,571	451,10	444,80	0,90	0,90	450,20	443,90	0,1135	0,00019	0,025	0,016	0,0024	2,035	7,2743	0,921
9-5	67,70	0,001139	0,0771	0,5091	0,5862	41,28	150	-0,0148	6,651	444,80	445,80	0,90	2,35	443,90	443,45	0,0066	0,00719	0,150	0,030	0,1395	0,492	9,2725	7,019
13-1	58,78	0,001139	0,0670	0	0,0670	12,03	150	0,0374	28,455	448,00	445,80	0,90	2,35	447,10	443,45	0,0621	0,00027	0,050	0,033	0,00495	1,505	3,0737	1,322
9-6	100,30	0,001139	0,1143	0,6532	0,7674	38,11	150	-0,0209	5,552	445,80	447,90	2,35	6,20	443,45	441,70	0,0174	0,00581	0,150	0,093	0,01395	0,798	2,4339	2,220
1-13	113,10	0,001139	0,1288	2,8058	2,9347	78,77	150	0,0292	2,260	447,90	444,60	6,20	3,50	441,70	441,10	0,0053	0,04029	0,375	0,215	0,03225	0,440	1,7109	3,375
14-1	89,80	0,001139	0,1023	0	0,1023	11,65	150	0,1437	21,422	457,50	444,60	0,90	3,50	456,60	441,10	0,1726	0,00025	0,050	0,033	0,00495	2,509	8,5440	1,322
1-14	109,80	0,001139	0,1251	3,0370	3,1620	80,56	150	-0,0182	2,150	444,60	446,60	3,50	6,10	441,10	440,50	0,0055	0,04278	0,375	0,215	0,03225	0,446	1,7623	3,375
15-1	89,80	0,001139	0,1023	0	0,1023	11,07	150	0,1682	21,422	461,70	446,60	0,90	6,10	460,80	440,50	0,2261	0,00022	0,050	0,033	0,00495	2,872	11,1899	1,322
1-15	110,30	0,001139	0,1256	3,2643	3,3900	84,12	150	0,0481	2,052	446,60	441,30	6,10	1,35	440,50	439,95	0,0050	0,04801	0,400	0,215	0,03225	0,427	1,6081	3,375
3-1	100,10	0,001139	0,1140	0	0,1140	14,26	150	0,0729	19,918	500,80	493,50	0,90	0,90	499,90	492,60	0,0729	0,00042	0,050	0,033	0,00495	1,631	3,6099	1,322
16-1	56,90	0,001139	0,0648	0	0,0648	12,11	150	0,0562	29,082	496,70	493,50	0,90	0,90	495,80	492,60	0,0562	0,00027	0,050	0,033	0,00495	1,432	2,7838	1,322
3-2	118,70	0,001139	0,1352	0,1788	0,3141	21,06	150	0,0691	10,103	493,50	485,30	0,90	0,90	492,60	484,40	0,0691	0,00119	0,075	0,048	0,0072	1,588	4,9739	1,595
3-3	114,95	0,001139	0,1309	0,3141	0,4450	25,37	150	0,0513	7,999	485,30	479,40	0,90	0,90	484,40	478,50	0,0513	0,00196	0,100	0,064	0,0096	1,368	4,9274	1,841
3-4	113,00	0,001139	0,1287	0,4450	0,5737	25,81	150	0,0779	6,747	479,40	470,60	0,90	0,90	478,50	469,70	0,0779	0,00206	0,100	0,064	0,0096	1,686	7,4761	1,841
17-1	54,07	0,001139	0,061																				

18-1	54,13	0,001139	0,0617	0	0,0617	14,15	150	0,0222	30,071	469,80	468,60	0,90	0,90	468,90	467,70	0,0222	0,00041	0,050	0,033	0,00495	0,899	1,0974	1,322
3-6	114,85	0,001139	0,1308	0,8247	0,9555	32,99	150	0,0357	4,794	468,60	464,50	0,90	3,50	467,70	461,00	0,0583	0,00396	0,125	0,079	0,01185	1,459	6,9129	2,046
19-1	101,10	0,001139	0,1152	0	0,1152	19,41	150	-0,0376	19,786	489,40	493,20	0,90	6,15	488,50	487,05	0,0143	0,00096	0,075	0,048	0,0072	0,723	1,0326	1,595
19-2	117,70	0,001139	0,1341	0,1152	0,2492	20,20	150	0,0841	11,795	493,20	483,30	6,15	2,65	487,05	480,65	0,0544	0,00107	0,075	0,048	0,0072	1,408	3,9150	1,595
20-1	55,05	0,001139	0,0627	0	0,0627	14,40	150	-0,0109	29,733	482,70	483,30	0,90	2,65	481,80	480,65	0,0209	0,00043	0,050	0,033	0,00495	0,873	1,0341	1,322
21-1	57,10	0,001139	0,0650	0	0,0650	12,86	150	0,0105	29,014	483,90	483,30	0,90	2,65	483,00	480,65	0,0412	0,00032	0,050	0,033	0,00495	1,225	2,0372	1,322
19-3	115,85	0,001139	0,1320	0,3770	0,5090	24,51	150	0,0958	7,311	483,30	472,20	2,65	0,90	480,65	471,30	0,0807	0,00179	0,100	0,064	0,0096	1,716	7,7479	1,841
22-1	63,70	0,001139	0,0726	0	0,0726	13,97	150	0,0330	26,963	474,30	472,20	0,90	0,90	473,40	471,30	0,0330	0,00040	0,050	0,033	0,00495	1,097	1,6319	1,322
23-1	55,30	0,001139	0,0630	0	0,0630	11,43	150	0,0723	29,643	476,20	472,20	0,90	0,90	475,30	471,30	0,0723	0,00023	0,050	0,033	0,00495	1,624	3,5805	1,322
19-4	112,70	0,001139	0,1284	0,6445	0,7729	28,33	150	0,0861	5,526	472,20	462,50	0,90	0,90	471,30	461,60	0,0861	0,00263	0,100	0,064	0,0096	1,772	8,2626	1,841
24-1	56,55	0,001139	0,0644	0	0,0644	10,07	150	0,1485	29,202	470,90	462,50	0,90	0,90	470,00	461,60	0,1485	0,00017	0,025	0,016	0,0024	2,328	3,5650	0,921
25-1	67,40	0,001139	0,0768	0	0,0768	13,10	150	0,0519	25,962	466,00	462,50	0,90	0,90	465,10	461,60	0,0519	0,00034	0,050	0,033	0,00495	1,376	2,5705	1,322
19-5	115,70	0,001139	0,1318	0,9141	1,0459	53,73	150	-0,0173	4,512	462,50	464,50	0,90	3,50	461,60	461,00	0,0052	0,01452	0,225	0,134	0,0201	0,435	1,0424	2,664
3-7	112,40	0,001139	0,1280	2,0014	2,1294	69,76	150	0,0267	2,802	464,50	461,50	3,50	1,10	461,00	460,40	0,0053	0,02915	0,300	0,171	0,02565	0,441	1,3692	3,010
26-1	54,95	0,001139	0,0626	0	0,0626	11,74	150	0,0619	29,769	488,10	484,70	0,90	0,90	487,20	483,80	0,0619	0,00025	0,050	0,033	0,00495	1,502	3,0628	1,322
26-2	116,90	0,001139	0,1332	0,0626	0,1958	21,11	150	0,0265	13,867	484,70	481,60	0,90	0,90	483,80	480,70	0,0265	0,00120	0,075	0,048	0,0072	0,984	1,9093	1,595
26-3	111,80	0,001139	0,1274	0,1958	0,3231	21,09	150	0,0725	9,912	481,60	473,50	0,90	0,90	480,70	472,60	0,0725	0,00120	0,075	0,048	0,0072	1,626	5,2165	1,595
26-4	119,25	0,001139	0,1358	0,3231	0,4590	22,55	150	0,1006	7,835	473,50	461,50	0,90	1,10	472,60	460,40	0,1023	0,00143	0,075	0,048	0,0072	1,932	7,3660	1,595
3-8	109,55	0,001139	0,1248	2,5884	2,7132	46,78	150	0,0749	2,382	461,50	453,30	1,10	0,90	460,40	452,40	0,0730	0,01004	0,175	0,107	0,01605	1,632	11,7207	2,381
27-1	70,37	0,001139	0,0802	0	0,0802	12,17	150	0,0838	25,223	459,20	453,30	0,90	0,90	458,30	452,40	0,0838	0,00028	0,050	0,033	0,00495	1,749	4,1502	1,322
3-9	111,65	0,001139	0,1272	2,7934	2,9205	53,99	150	0,0152	2,268	453,30	451,60	0,90	3,60	452,40	448,00	0,0394	0,01471	0,225	0,134	0,0201	1,199	7,9212	2,664
28-1	64,35	0,001139	0,0733	0	0,0733	15,37	150	-0,0218	26,781	450,20	451,60	0,90	3,60	449,30	448,00	0,0202	0,00052	0,050	0,033	0,00495	0,858	1,0000	1,322
29-1	69,00	0,001139	0,0786	0	0,0786	11,19	150	0,0870	25,558	457,60	451,60	0,90	3,60	456,70	448,00	0,1261	0,00022	0,050	0,033	0,00495	2,145	6,2413	1,322
3-10	112,75	0,001139	0,1284	3,0724	3,2009	57,12	150	0,0284	2,133	451,60	448,40	3,60	4,35	448,00	444,05	0,0350	0,0171	0,250	0,147	0,02205	1,131	7,7248	2,791
30-1	50,93	0,001139	0,0580	0	0,0580	14,02	150	-0,0471	31,324	446,00	448,40	0,90	4,35	445,10	444,05	0,0206	0,00040	0,050	0,033	0,00495	0,867	1,0205	1,322
31-1	69,30	0,001139	0,0789	0	0,0789	11,52	150	0,0592	25,483	452,50	448,40	0,90	4,35	451,60	444,05	0,1089	0,00024	0,050	0,033	0,00495	1,994	5,3929	1,322
3-11	110,20	0,001139	0,1255	3,3378	3,4634	58,18	150	0,0644	2,023	448,40	441,30	4,35	1,35	444,05	439,95	0,0372	0,01796	0,250	0,147	0,02205	1,165	8,2037	2,791
1-16	114,25	0,001139	0,1301	6,8534	6,9835	109,24	150	-0,0464	1,265	441,30	446,60	1,35	7,25	439,95	439,35	0,0053	0,09637	0,600	0,278	0,0417	0,438	2,1899	3,838
32-1	68,32	0,001139	0,0778	0	0,0778	13,67	150	0,0424	25,728	462,70	459,80	0,90	0,90	461,80	458,90	0,0424	0,00038	0,050	0,033	0,00495	1,244	2,1011	1,322
33-1	72,33	0,001139	0,0824	0	0,0824	13,78	150	0,0456	24,763	463,10	459,80	0,90	0,90	462,20	458,90	0,0456	0,00039	0,050	0,033	0,00495	1,290	2,2584	1,322
32-2	112,75	0,001139	0,1284	0,1602	0,2887	21,67	150	0,0124	10,690	459,80	458,40	0,90	5,15	458,90	453,25	0,0501	0,00129	0,075	0,048	0,0072	1,352	3,6080	1,595
34-1	71,06	0,001139	0,0809	0	0,0809	15,92	150	-0,0394	25,059	455,60	458,40	0,90	5,15	454,70	453,25	0,0204	0,00057	0,050	0,033	0,00495	0,863	1,0101	1,322
32-3	112,10	0,001139	0,1277	0,3696	0,4973	37,86	150	0,0107	7,425	458,40	457,20	5,15	4,80	453,25	452,40	0,0076	0,00571	0,150	0,093	0,01395	0,526	1,0578	2,220
32-4	111,00	0,001139	0,1264	0,4973	0,6237	24,65	150	0,0955	6,380	457,20	446,60	4,80	7,25	452,40	439,35	0,1176	0,00182	0,100	0,064	0,0096	2,071	11,2865	1,841
1-17	116,15	0,001139	0,1323	7,6073	7,7396	113,89	150	0,0138	1,180	446,60	445,00	7,25	6,25	439,35	438,75	0,0052	0,10768	0,625	0,288	0,0432	0,434	2,2316	3,906
35-1	67,14	0,001139	0,0765	0	0,0765	11,69	150	0,0149	26,030	446,00	445,00	0,90	6,25	445,10	438,75	0,0946	0,00025	0,050	0,033	0,00495	1,858	4,6816	1,322
36-1	57,80	0,001139	0,0658	0	0,0658	9,93	150	0,0744	28,778	449,30	445,00	0,90	6,25	448,40	438,75	0,1670	0,00016	0,025	0,016	0,0024	2,468	4,0069	0,921
1-18	113,70	0,001139	0,1295	7,8819	8,0114	114,91	150	0,0220	1,153	445,00	442,50	6,25	4,35	438,75	438,15	0,0053	0,11028	0,650	0,288	0,0432	0,439	2,2797	3,906
37-1	57,37	0,001139	0,0654	0	0,0654	10,28	150	0,0767	28,922	446,90	442,50	0,90	4,35	446,00	438,15	0,1368	0,00018	0,025	0,016	0,0024	2,234	3,2839	0,921
1-19	103,20	0,001139	0,1176	8,0768	8,1943	115,67	150	-0,0029	1,136	442,50	442,80	4,35	5,20	438,15	437,60	0,0053	0,11225	0,675	0,297	0,04455	0,441	2,3743	3,967
38-1	58,35	0,001139	0,0665	0	0,0665	10,14	150	0,0788	28,596	447,40	442,80	0,90	5,20	446,50	437,60	0,1525	0,00017	0,025	0,016	0,0024	2,359	3,6607	0,921
1-20	110,30	0,001139	0,1256	8,2608	8,3864	107,73	150	0,0471	1,119	442,80	437,60	5,20	0,90	437,60	436,70	0,0082	0,09284	0,575	0,278	0,0417	0,546	3,4025	3,838
1-21	103,20	0,001139	0,1176	8,3864	8,5040	115,40	150	-0,0078	1,108	437,60	438,40	0,90	2,30	436,70	436,10	0,0058	0,11153	0,650	0,288	0,0432	0,461	2,5116	3,906
2-1	100,80	0,001139	0,1148	0	0,1148	13,60	150	0,0952	19,826	517,40	507,80	0,90	0,90	516,50	506,90	0,0952	0,00037	0,050	0,033	0,00495	1,864	4,7143	1,322
2-2	111,80	0,001139	0,1274	0,1148	0,2422	17,38	150	0,1100	12,025	507,80	495,50	0,90	1,40	506,90	494,10	0,1145	0,00072	0,075	0,048	0,0072	2,044	8,2433	1,595
39-1	68,62	0,001139	0,0782	0	0,0782	11,56	150	0,1049	25,652	503,00	495,80	0,90	0,90	502,10	494,90	0,1049	0,00024	0,050	0,033	0,00495	1,956	5,1938	1,322
39-2	55,65	0,001139	0,0634	0,0782	0,1416	20,96	150	0,0054	17,231	495,80	495,50	0,90	1,40	494,90	494,10	0,0144	0,00118	0,075	0,048	0,0072	0,724	1,0350	1,595
2-3	109,80	0,001139	0,1251	0,3837	0,5088	38,04	150	-0,0091	7,312	495,50	496,50	1,40	3,25	494,10	493,25	0,0077	0,00578	0,150	0,093	0,01395	0,531	1,0799	2,220

2-4	111,35	0,001139	0,1268	0,5088	0,6357	24,57	150	0,1455	6,299	496,50	480,30	3,25	0,90	493,25	479,40	0,1244	0,00180	0,100	0,064	0,0096	2,130	11,9407	1,841
2-5	99,80	0,001139	0,1137	0,6357	0,7493	46,88	150	-0,0030	5,642	480,30	480,60	0,90	1,75	479,40	478,85	0,0055	0,01009	0,200	0,121	0,01815	0,448	1,0003	2,532
2-6	113,20	0,001139	0,1290	0,7493	0,8783	36,95	150	0,0345	5,072	480,60	476,70	1,75	0,90	478,85	475,80	0,0269	0,00535	0,150	0,093	0,01395	0,991	3,7586	2,220
40-1	101,45	0,001139	0,1156	0	0,1156	14,19	150	0,0749	19,741	514,00	506,40	0,90	1,10	513,10	505,30	0,0769	0,00042	0,050	0,033	0,00495	1,675	3,8058	1,322
41-1	73,05	0,001139	0,0832	0	0,0832	16,07	150	0,0178	24,599	507,70	506,40	0,90	1,10	506,80	505,30	0,0205	0,00058	0,050	0,033	0,00495	0,866	1,0164	1,322
40-2	113,05	0,001139	0,1288	0,1988	0,3276	20,54	150	0,0876	9,822	506,40	496,50	1,10	0,90	505,30	495,60	0,0858	0,00112	0,075	0,048	0,0072	1,769	6,1778	1,595
40-3	109,30	0,001139	0,1245	0,3276	0,4521	23,72	150	0,0759	7,915	496,50	488,20	0,90	0,90	495,60	487,30	0,0759	0,00164	0,075	0,048	0,0072	1,664	5,4675	1,595
42-1	73,05	0,001139	0,0832	0	0,0832	13,94	150	0,0438	24,599	491,40	488,20	0,90	0,90	490,50	487,30	0,0438	0,00040	0,050	0,033	0,00495	1,264	2,1684	1,322
40-4	113,80	0,001139	0,1296	0,5353	0,6649	26,67	150	0,0773	6,112	488,20	479,40	0,90	2,10	487,30	477,30	0,0879	0,00224	0,100	0,064	0,0096	1,790	8,4359	1,841
43-1	64,95	0,001139	0,0740	0	0,0740	12,34	150	0,0477	26,615	482,50	479,40	0,90	2,10	481,60	477,30	0,0662	0,00029	0,050	0,033	0,00495	1,554	3,2771	1,322
44-1	73,00	0,001139	0,0832	0	0,0832	16,06	150	0,0041	24,611	479,70	479,40	0,90	2,10	478,80	477,30	0,0205	0,00058	0,050	0,033	0,00495	0,866	1,0171	1,322
40-5	101,60	0,001139	0,1157	0,8221	0,9378	42,39	150	0,0266	4,854	479,40	476,70	2,10	0,90	477,30	475,80	0,0148	0,00772	0,175	0,107	0,01605	0,734	2,3696	2,381
2-7	111,70	0,001139	0,1272	1,8161	1,9433	44,91	150	0,0466	2,979	476,70	471,50	0,90	0,90	475,80	470,60	0,0466	0,00901	0,175	0,107	0,01605	1,303	7,4718	2,381
45-1	100,45	0,001139	0,1144	0	0,1144	15,51	150	0,0468	19,872	505,20	500,50	0,90	0,90	504,30	499,60	0,0468	0,00053	0,050	0,033	0,00495	1,307	2,3161	1,322
46-1	73,05	0,001139	0,0832	0	0,0832	13,56	150	0,0507	24,599	504,20	500,50	0,90	0,90	503,30	499,60	0,0507	0,00037	0,050	0,033	0,00495	1,359	2,5072	1,322
45-2	113,65	0,001139	0,1295	0,1976	0,3271	20,93	150	0,0774	9,831	500,50	491,70	0,90	0,90	499,60	490,80	0,0774	0,00118	0,075	0,048	0,0072	1,681	5,5750	1,595
47-1	73,00	0,001139	0,0832	0	0,0832	13,56	150	0,0507	24,611	495,40	491,70	0,90	0,90	494,50	490,80	0,0507	0,00037	0,050	0,033	0,00495	1,360	2,5089	1,322
45-3	111,60	0,001139	0,1271	0,4103	0,5374	25,40	150	0,0744	7,050	491,70	483,40	0,90	0,90	490,80	482,50	0,0744	0,00197	0,100	0,064	0,0096	1,647	7,1398	1,841
48-1	73,05	0,001139	0,0832	0	0,0832	13,78	150	0,0465	24,599	486,80	483,40	0,90	0,90	485,90	482,50	0,0465	0,00039	0,050	0,033	0,00495	1,303	2,3039	1,322
45-4	113,75	0,001139	0,1296	0,6206	0,7502	45,34	150	-0,0105	5,638	483,40	484,60	0,90	2,85	482,50	481,75	0,0066	0,00924	0,175	0,107	0,01605	0,490	1,0582	2,381
45-5	103,15	0,001139	0,1175	0,7502	0,8677	28,34	150	0,1270	5,114	484,60	471,50	2,85	0,90	481,75	470,60	0,1081	0,00264	0,100	0,064	0,0096	1,986	10,3771	1,841
2-8	115,95	0,001139	0,1321	2,8110	2,9431	63,83	150	0,0164	2,256	471,50	469,60	0,90	0,90	470,60	468,70	0,0164	0,02299	0,275	0,171	0,02565	0,773	4,2031	3,010
49-1	99,80	0,001139	0,1137	0	0,1137	13,11	150	0,1132	19,959	503,60	492,30	0,90	0,90	502,70	491,40	0,1132	0,00034	0,050	0,033	0,00495	2,032	5,6047	1,322
50-1	64,90	0,001139	0,0739	0	0,0739	13,87	150	0,0354	26,628	494,60	492,30	0,90	0,90	493,70	491,40	0,0354	0,00039	0,050	0,033	0,00495	1,137	1,7542	1,322
51-1	73,05	0,001139	0,0832	0	0,0832	13,31	150	0,0561	24,599	496,40	492,30	0,90	0,90	495,50	491,40	0,0561	0,00035	0,050	0,033	0,00495	1,431	2,7782	1,322
49-2	115,70	0,001139	0,1318	0,2708	0,4026	26,32	150	0,0346	8,554	492,30	488,30	0,90	0,90	491,40	487,40	0,0346	0,00217	0,100	0,064	0,0096	1,123	3,3189	1,841
52-1	72,70	0,001139	0,0828	0	0,0828	14,56	150	0,0344	24,679	490,80	488,30	0,90	0,90	489,90	487,40	0,0344	0,00045	0,050	0,033	0,00495	1,120	1,7022	1,322
49-3	112,85	0,001139	0,1286	0,4854	0,6140	26,88	150	0,0718	6,447	488,30	480,20	0,90	0,90	487,40	479,30	0,0718	0,00229	0,100	0,064	0,0096	1,618	6,8906	1,841
53-1	72,65	0,001139	0,0828	0	0,0828	16,02	150	0,0206	24,690	481,70	480,20	0,90	0,90	480,80	479,30	0,0206	0,00058	0,050	0,033	0,00495	0,868	1,0220	1,322
49-4	114,15	0,001139	0,1300	0,6968	0,8268	47,67	150	0,0053	5,282	480,20	479,60	0,90	1,00	479,30	478,60	0,0061	0,01056	0,200	0,121	0,01815	0,473	1,1130	2,532
54-1	72,65	0,001139	0,0828	0	0,0828	13,59	150	0,0482	24,690	483,10	479,60	0,90	1,00	482,20	478,60	0,0496	0,00037	0,050	0,033	0,00495	1,345	2,4529	1,322
49-5	104,50	0,001139	0,1190	0,9095	1,0286	30,97	150	0,0957	4,563	479,60	469,60	1,00	0,90	478,60	468,70	0,0947	0,00334	0,125	0,079	0,01185	1,859	11,2263	2,046
2-9	113,05	0,001139	0,1288	3,9717	4,1005	89,29	150	-0,0080	1,807	469,60	470,50	0,90	2,40	468,70	468,10	0,0053	0,05628	0,425	0,234	0,0351	0,440	1,8629	3,521
55-1	100,25	0,001139	0,1142	0	0,1142	13,78	150	0,0878	19,899	506,40	497,60	0,90	0,90	505,50	496,70	0,0878	0,00039	0,050	0,033	0,00495	1,790	4,3451	1,322
56-1	56,35	0,001139	0,0642	0	0,0642	14,06	150	0,0248	29,272	499,00	497,60	0,90	0,90	498,10	496,70	0,0248	0,00041	0,050	0,033	0,00495	0,952	1,2298	1,322
55-2	117,25	0,001139	0,1336	0,1784	0,3120	19,61	150	0,0699	10,149	497,60	489,40	0,90	4,40	496,70	485,00	0,0998	0,00099	0,075	0,048	0,0072	1,908	7,1846	1,595
57-1	56,45	0,001139	0,0643	0	0,0643	11,73	150	0,0035	29,237	489,60	489,40	0,90	4,40	488,70	485,00	0,0655	0,00025	0,050	0,033	0,00495	1,546	3,2445	1,322
58-1	72,85	0,001139	0,0830	0	0,0830	16,04	150	-0,0275	24,644	487,40	489,40	0,90	4,40	486,50	485,00	0,0206	0,00058	0,050	0,033	0,00495	0,867	1,0192	1,322
55-3	114,25	0,001139	0,1301	0,4592	0,5894	26,36	150	0,1033	6,626	489,40	477,60	4,40	1,00	485,00	476,60	0,0735	0,00217	0,100	0,064	0,0096	1,638	7,0582	1,841
59-1	56,60	0,001139	0,0645	0	0,0645	14,51	150	0,0194	29,185	478,70	477,60	0,90	1,00	477,80	476,60	0,0212	0,00044	0,050	0,033	0,00495	0,879	1,0495	1,322
60-1	72,75	0,001139	0,0829	0	0,0829	16,03	150	0,0192	24,667	479,00	477,60	0,90	1,00	478,10	476,60	0,0206	0,00058	0,050	0,033	0,00495	0,867	1,0206	1,322
55-4	114,00	0,001139	0,1299	0,7367	0,8666	34,67	150	0,0377	5,118	477,60	473,30	1,00	0,90	476,60	472,40	0,0368	0,00451	0,125	0,079	0,01185	1,159	4,3658	2,046
61-1	72,75	0,001139	0,0829	0	0,0829	13,34	150	0,0550	24,667	477,30	473,30	0,90	0,90	476,40	472,40	0,0550	0,00035	0,050	0,033	0,00495	1,416	2,7216	1,322
55-5	108,05	0,001139	0,1231	0,9495	1,0726	37,01	150	0,0259	4,437	473,30	470,50	0,90	2,40	472,40	468,10	0,0398	0,00538	0,150	0,093	0,01395	1,205	5,5516	2,220
2-10	111,90	0,001139	0,1275	5,1730	5,3005	57,63	150	0,0965	1,521	470,50	459,70	2,40	1,85	468,10	457,85	0,0916	0,01751	0,250	0,147	0,02205	1,828	20,1977	2,791
62-1	64,40	0,001139	0,0734	0	0,0734	15,26	150	-0,0109	26,767	479,70	480,40	0,90	2,95	478,80	477,45	0,0210	0,00051	0,050	0,033	0,00495	0,875	1,0377	1,322
63-1	76,55	0,001139	0,0872	0	0,0872	13,76	150	0,0248	23,840	482,30	480,40	0,90	2,95	481,40	477,45	0,0516	0,00038	0,050	0,033	0,00495	1,372	2,5542	1,322
62-2	113,55	0,001139	0,1293	0,1606	0,2899	28,84	150	0,0159	10,659	480,40	478,60	2,95	2,40	477,45	476,20	0,0110	0,00276	0,100	0,064	0,0096	0,634	1,0568	1,841

64-1	66,70	0,001139	0,0760	0	0,0760	15,26	150	0,0000	26,145	478,60	478,60	0,90	2,40	477,70	476,20	0,0225	0,00051	0,050	0,033	0,00495	0,906	1,1132	1,322
62-3	113,05	0,001139	0,1288	0,3659	0,4947	24,31	150	0,0787	7,452	478,60	469,70	2,40	2,50	476,20	467,20	0,0796	0,00175	0,100	0,064	0,0096	1,704	7,6426	1,841
65-1	68,30	0,001139	0,0778	0	0,0778	15,67	150	-0,0029	25,733	469,50	469,70	0,90	2,50	468,60	467,20	0,0205	0,00054	0,050	0,033	0,00495	0,865	1,0146	1,322
62-4	115,75	0,001139	0,1319	0,5725	0,7043	28,06	150	0,0890	5,881	469,70	459,40	2,50	0,90	467,20	458,50	0,0752	0,00257	0,100	0,064	0,0096	1,656	7,2156	1,841
66-1	67,84	0,001139	0,0773	0	0,0773	11,85	150	0,0899	25,849	465,50	459,40	0,90	0,90	464,60	458,50	0,0899	0,00026	0,050	0,033	0,00495	1,811	4,4509	1,322
62-5	113,85	0,001139	0,1297	0,7816	0,9113	50,11	150	-0,0026	4,949	459,40	459,70	0,90	1,85	458,50	457,85	0,0057	0,01206	0,200	0,121	0,01815	0,456	1,0362	2,532
67-1	62,83	0,001139	0,0716	0	0,0716	13,36	150	0,0255	27,213	461,30	459,70	0,90	1,85	460,40	457,85	0,0406	0,00036	0,050	0,033	0,00495	1,217	2,0090	1,322
2-11	114,35	0,001139	0,1303	6,2833	6,4136	65,74	150	0,0612	1,339	459,70	452,70	1,85	2,45	457,85	450,25	0,0665	0,02488	0,275	0,171	0,02565	1,557	17,0477	3,010
68-1	114,50	0,001139	0,1304	0	0,1304	15,50	150	0,0576	18,203	484,00	477,40	0,90	1,30	483,10	476,10	0,0611	0,00053	0,050	0,033	0,00495	1,493	3,0262	1,322
69-1	70,16	0,001139	0,0799	0	0,0799	15,71	150	0,0157	25,274	478,50	477,40	0,90	1,30	477,60	476,10	0,0214	0,00055	0,050	0,033	0,00495	0,883	1,0583	1,322
68-2	113,60	0,001139	0,1294	0,2104	0,3398	19,28	150	0,1329	9,584	477,40	462,30	1,30	0,90	476,10	461,40	0,1294	0,00094	0,075	0,048	0,0072	2,173	9,3169	1,595
70-1	69,50	0,001139	0,0792	0	0,0792	12,01	150	0,0878	25,434	468,40	462,30	0,90	0,90	467,50	461,40	0,0878	0,00027	0,050	0,033	0,00495	1,789	4,3446	1,322
71-1	68,00	0,001139	0,0775	0	0,0775	15,43	150	0,0221	25,809	463,80	462,30	0,90	0,90	462,90	461,40	0,0221	0,00052	0,050	0,033	0,00495	0,897	1,0919	1,322
68-3	115,80	0,001139	0,1319	0,4189	0,5508	24,70	150	0,0648	6,934	462,30	454,80	0,90	3,90	461,40	450,90	0,0907	0,00183	0,100	0,064	0,0096	1,819	8,7047	1,841
72-1	67,90	0,001139	0,0773	0	0,0773	12,04	150	0,0383	25,834	457,40	454,80	0,90	3,90	456,50	450,90	0,0825	0,00027	0,050	0,033	0,00495	1,735	4,0825	1,322
73-1	65,86	0,001139	0,0750	0	0,0750	15,35	150	-0,0243	26,368	453,20	454,80	0,90	3,90	452,30	450,90	0,0213	0,00051	0,050	0,033	0,00495	0,881	1,0522	1,322
68-4	111,25	0,001139	0,1267	0,7032	0,8299	48,18	150	0,0189	5,269	454,80	452,70	3,90	2,45	450,90	450,25	0,0058	0,01086	0,200	0,121	0,01815	0,462	1,0604	2,532
74-1	64,92	0,001139	0,0740	0	0,0740	14,05	150	0,0092	26,623	453,30	452,70	0,90	2,45	452,40	450,25	0,0331	0,00041	0,050	0,033	0,00495	1,099	1,6393	1,322
2-12	111,35	0,001139	0,1268	7,3175	7,4443	92,12	150	0,0171	1,212	452,70	450,80	2,45	2,20	450,25	448,60	0,0148	0,06115	0,450	0,234	0,0351	0,735	5,2012	3,521
75-1	62,85	0,001139	0,0716	0	0,0716	13,32	150	0,0414	27,207	467,00	464,40	0,90	0,90	466,10	463,50	0,0414	0,00035	0,050	0,033	0,00495	1,228	2,0477	1,322
75-2	113,80	0,001139	0,1296	0,0716	0,2012	17,10	150	0,0861	13,614	464,40	454,60	0,90	0,90	463,50	453,70	0,0861	0,00069	0,050	0,033	0,00495	1,772	4,2627	1,322
75-3	112,45	0,001139	0,1281	0,2012	0,3293	23,95	150	0,0382	9,787	454,60	450,30	0,90	0,90	453,70	449,40	0,0382	0,00168	0,075	0,048	0,0072	1,181	2,7532	1,595
76-1	72,64	0,001139	0,0827	0	0,0827	12,69	150	0,0716	24,692	455,50	450,30	0,90	0,90	454,60	449,40	0,0716	0,00031	0,050	0,033	0,00495	1,616	3,5435	1,322
75-4	108,95	0,001139	0,1241	0,4121	0,5362	39,18	150	-0,0046	7,060	450,30	450,80	0,90	2,20	449,40	448,60	0,0073	0,00626	0,150	0,093	0,01395	0,518	1,0243	2,220
77-1	63,37	0,001139	0,0722	0	0,0722	12,87	150	0,0505	27,057	483,90	480,70	0,90	0,90	483,00	479,80	0,0505	0,00032	0,050	0,033	0,00495	1,357	2,4996	1,322
77-2	114,65	0,001139	0,1306	0,0722	0,2028	20,72	150	0,0209	13,544	480,70	478,30	0,90	2,10	479,80	476,20	0,0314	0,00114	0,075	0,048	0,0072	1,070	2,2608	1,595
78-1	65,65	0,001139	0,0748	0	0,0748	15,33	150	0,0030	26,424	478,50	478,30	0,90	2,10	477,60	476,20	0,0213	0,00051	0,050	0,033	0,00495	0,882	1,0556	1,322
79-1	67,40	0,001139	0,0768	0	0,0768	12,30	150	0,0549	25,962	482,00	478,30	0,90	2,10	481,10	476,20	0,0727	0,00028	0,050	0,033	0,00495	1,629	3,5987	1,322
77-3	114,05	0,001139	0,1299	0,3544	0,4843	24,26	150	0,0877	7,559	478,30	468,30	2,10	0,90	476,20	467,40	0,0772	0,00174	0,100	0,064	0,0096	1,678	7,4073	1,841
80-1	67,70	0,001139	0,0771	0	0,0771	11,73	150	0,0945	25,885	474,70	468,30	0,90	0,90	473,80	467,40	0,0945	0,00025	0,050	0,033	0,00495	1,857	4,6795	1,322
77-4	115,20	0,001139	0,1312	0,5614	0,6926	25,88	150	0,1120	5,947	468,30	455,40	0,90	0,90	467,40	454,50	0,1120	0,00207	0,100	0,064	0,0096	2,021	10,7500	1,841
81-1	70,50	0,001139	0,0803	0	0,0803	11,56	150	0,1106	25,192	463,20	455,40	0,90	0,90	462,30	454,50	0,1106	0,00024	0,050	0,033	0,00495	2,009	5,4766	1,322
77-5	111,70	0,001139	0,1272	0,7729	0,9002	32,87	150	0,0412	4,989	455,40	450,80	0,90	2,20	454,50	448,60	0,0528	0,00392	0,125	0,079	0,01185	1,388	6,2592	2,046
2-13	111,55	0,001139	0,1271	8,8807	9,0078	119,65	150	-0,0251	1,066	450,80	453,60	2,20	5,60	448,60	448,00	0,0054	0,12282	0,700	0,297	0,04455	0,443	2,3962	3,967
82-1	66,35	0,001139	0,0756	0	0,0756	14,17	150	0,0332	26,237	479,80	477,60	0,90	0,90	478,90	476,70	0,0332	0,00042	0,050	0,033	0,00495	1,100	1,6413	1,322
82-2	117,35	0,001139	0,1337	0,0756	0,2093	25,49	150	-0,0401	13,262	477,60	482,30	0,90	6,90	476,70	475,40	0,0111	0,00199	0,100	0,064	0,0096	0,636	1,0635	1,841
82-3	114,40	0,001139	0,1303	0,2093	0,3396	31,95	150	0,0315	9,588	482,30	478,70	6,90	4,30	475,40	474,40	0,0087	0,00363	0,125	0,079	0,01185	0,565	1,0358	2,046
82-4	114,55	0,001139	0,1305	0,3396	0,4701	24,50	150	0,0986	7,711	478,70	467,40	4,30	0,90	474,40	466,50	0,0690	0,00179	0,100	0,064	0,0096	1,586	6,6207	1,841
82-5	113,30	0,001139	0,1291	0,4701	0,5991	22,83	150	0,1218	6,554	467,40	453,60	0,90	5,60	466,50	448,00	0,1633	0,00148	0,075	0,048	0,0072	2,441	11,7564	1,595
2-14	110,65	0,001139	0,1260	9,6069	9,7329	125,01	150	0,0208	1,012	453,60	451,30	5,60	3,85	448,00	447,45	0,0050	0,13805	0,750	0,302	0,0453	0,426	2,2517	4,000
2-15	109,10	0,001139	0,1243	9,7329	9,8572	123,63	150	0,0178	1,004	451,30	449,36	3,85	2,50	447,45	446,86	0,0054	0,13404	0,750	0,302	0,0453	0,444	2,4498	4,000
2-16	110,60	0,001139	0,1260	9,8572	9,9832	71,96	150	0,1013	0,995	449,60	438,40	2,50	2,30	447,10	436,10	0,0995	0,03166	0,325	0,194	0,0291	1,905	28,9421	3,206
1-22	63,20	0,001139	0,0720	18,4872	18,5592	94,78	150	0,1013	0,657	438,40	432,00	2,30	0,90	436,10	431,10	0,0791	0,06598	0,475	0,250	0,0375	1,699	29,6677	3,639
1-23	65,30	0,001139	0,0744	18,5592	18,6336	101,57	150	0,0551	0,655	432,00	428,40	0,90	0,90	431,10	427,50	0,0551	0,07936	0,525	0,265	0,03975	1,418	21,9142	3,747
1-24	63,30	0,001139	0,0721	18,6336	18,7057	156,55	200	-0,0111	0,653	428,40	429,10	0,90	1,95	427,50	427,15	0,0055	0,25156	0,675	0,297	0,0594	0,449	3,2844	4,580
1-25	117,90	0,001139	0,1343	18,7057	18,8400	119,84	200	0,0322	0,650	429,10	425,30	1,95	0,90	427,15	424,40	0,0233	0,12336	0,500	0,250	0,05	0,922	11,6624	4,202
1-26	108,35	0,001139	0,1234	18,8400	18,9634	159,90	200	-0,0222	0,648	425,30	427,70	0,90	3,85	424,40	423,85	0,0051	0,26616	0,700	0,297	0,0594	0,430	3,0152	4,580
1-27	91,43	0,001139	0,1042	18,9634	19,0676	158,01	200	-0,0055	0,645	427,70	428,20	3,85	4,85	423,85	423,35	0,0055	0,25784	0,675	0,297	0,0594	0,447	3,2484	4,580

1-28	86,19	0,001139	0,0982	19,0676	19,1657	159,69	200	0,0313	0,643	428,20	425,50	4,85	2,60	423,35	422,90	0,0052	0,26525	0,700	0,297	0,0594	0,436	3,1013	4,580
1-29	86,21	0,001139	0,0982	19,1657	19,2639	109,51	200	0,0592	0,641	425,50	420,40	2,60	0,90	422,90	419,50	0,0394	0,09700	0,375	0,215	0,043	1,199	16,9586	3,897
1-30	92,86	0,001139	0,1058	19,2639	19,3697	135,27	200	0,0129	0,638	420,40	419,20	0,90	0,90	419,50	418,30	0,0129	0,17039	0,525	0,265	0,053	0,687	6,8490	4,326

17072

## ANEXO – F

PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE DE ESGOTOS						PROJETO TÉCNICO DO INTERCEPTOR ESGOTOS SANITÁRIOS						CÁLCULO:			DATA:				
						BACIA:			SUB-BACIA:										
						EMPRESA:													
						VERIFICADO:						FOLHA N.:							
TRECHO	EXTENSÃO	VAZÃO A MONTANTE	VAZÃO A JUSANTE	Q <sub>HT</sub> (l) <sup>1/2</sup>	DIÂMETRO USADO	DECLIVIDADE DE TUBULAÇÃO	LÂMINA LÍQUIDA (Y/D)	TENSÃO TRATIVA	V <sub>c</sub>	COTA DO TERRENO (m)	COTA DO TERRENO (m)	PROF. DO INTERCEP. (m)	PROF. DO INTERCEP. (m)	COTA DO INTERCEP. (m)	COTA DO INTERCEP. (m)	RH/D	RAIO HIDRÁULICO RH/D x D	DECLIVIDADE TUBULAÇÃO USADA	
N.	(m)	(L/s)	(L/s)	(mm)	(mm)	(m/m)		(Pa)	(m/s)	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE				
I-1	100	19,37	19,98	0,2826	300	0,0005	0,375	0,427	3,225	4,773	419,2	421,0	0,90	3,20	418,30	417,80	0,215	0,0645	0,0050
I-2	100	19,98	20,68	0,2312	300	0,0005	0,350	0,540	4,656	4,534	421,0	417,9	3,20	0,90	417,80	417,00	0,194	0,0582	0,0080
I-3	100	20,68	21,38	0,0920	300	0,0005	0,275	1,404	27,702	4,256	417,9	412,5	0,90	0,90	417,00	411,60	0,171	0,0513	0,0540





**UNIVATES**

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil  
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000  
[www.univates.br](http://www.univates.br) | 0800 7 07 08 09